Hobby Elektronica
&
Actueel IC-handboek

Naslagwerk over theorie en praktijk van de elektronica

eindredactie

Jos Verstraten

aanvulling
111

www.hobbyelektronica.nu

Vego VOF

Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf

CIP-GEGEVENS

Verstraten, Jos

Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek

Groot praktijkboek voor de elektronicus met bouwhandleidingen, theoretische artikelen, componentengegevens en adressenlijsten

Losbladig, geïllustreerd
Trefwoord: elektronica

Uitgave
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf . . . . . . http://www.vego.nl

Contact
E-mail . . . . vego_vof@compuserve.com
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02

Elektronische pagina-opmaak
Vego VOF, Landgraaf . . . . http://www.vego.nl

POD-productie
CPF Landgraaf . . . . http://www.copy-print.nl

Rindband ontwerp
Design Studio Sensation, Haarlem . . . . http://www.ds-sensation.nl

ISBN
90-805610-4-5

NUGI
169

DISCLAIMER
Samensteller en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Voor eventueel in deze uitgave voorkomende onjuistheden kunnen zij echter geen aansprakelijkheid aanvaarden.

3/8.9

Software voor de ontwerper

Inhoud

8.9 Software voor de ontwerper

3/8.9.13

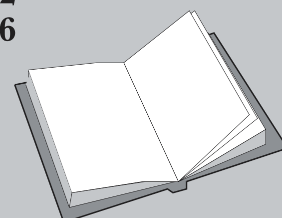
Printen ontwerpen met Sprint Layout versie 4.0

Inleiding

Een volwaardig programma
Nog maar vijf jaar geleden, in aanvulling 86 om precies te zijn, werd de eerste versie 1.0 van Sprint Layout van Abacom in dit naslagwerk beschreven. Ook deze versie was reeds een uitstekend programma voor het intuïtief ontwerpen van printplaten. Maar de tijd staat niet stil en inmiddels is versie 4.0 op de markt verschenen. Twee eigenschappen zijn gelukkig blijven bestaan: het werken met het programma is nog steeds heel snel aan te leren en de prijs is nog steeds heel laag: € 42,42 inclusief BTW. Maar deze versie lijkt alleen in hoofdlijnen op de allereerste versie 1.0 die op de markt verscheen. Sprint Layout is geëvolueerd tot een volwaardig stuk gereedschap waarmee u snel professioneel ogende enkel- en dubbelzijdige printplaten kunt ontwerpen.

Primitieve autorouter
Hoewel het programma nog steeds geen import van schema’s kent en het ontwerpen van een print dus neerkomt op een stevig stukje eerlijk handwerk, is tóch een aantal functies geïntegreerd die een deel van het handwerk automatiseert. Zo is in versie 4.0 een primitieve autorouter aanwezig, waarmee u koperbanen automatisch één na één kunt laten leggen. Maar dan moet u eerst met de hand een soort “ratsnest” tekenen: recht-toe-recht-aan verbindingen tussen de soldeereilandjes die met elkaar moeten worden verbonden.
Nadien start u de autorouter op en klikt een na een alle lijntjes van het ratsnest aan. Deze worden dan vervangen door kopersporen, waarbij het programma keurig om reeds bestaande kopersporen en andere hindernissen heen werkt. Deze primitieve autorouter is, vergeleken met versie 3.0, de spectaculairste en tijdbesparendste uitbreiding van Sprint Layout.
Daarnaast bevat versie 4.0 een zeer uitgebreide en overzichtelijke componentenbibliotheek, met veel aandacht voor SMD-componenten.

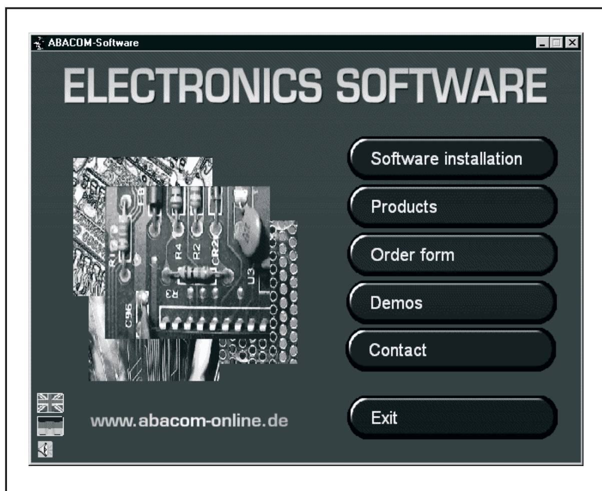
LEES OOK:
Hoofdstuk 3/8.9.2
Hoofdstuk 3/8.9.5
Hoofdstuk 3/8.9.12
Hoofdstuk 3/8.9.16



8.9 Software voor de ontwerper

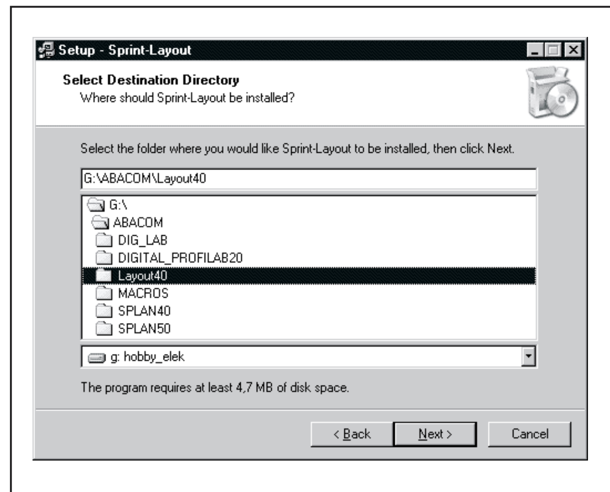
Systeemeisen
Sprint Layout versie 4.0 stelt werkelijk minimale eisen aan uw systeem. Iedere versie van Windows vanaf 95 is goed, het programma neemt maximaal 4,7 MB ruimte op uw harde schijf in beslag.

Installatie
Na het inleggen van de CD-ROM verschijnt automatisch een openingsscherm, waarin u kunt kiezen voor Duitse of Engelse installatie van het programma. In deze bespreking wordt uitgegaan van de Engelstalige installatie. Na het aanklikken van de taalkeuze ziet u het venster van figuur 3/8.9.13-1 verschijnen. U klikt hierin uiteraard op de optie “Software installation”.



Figuur 3/8.9.13-1: Het venster waarmee de installatie van Sprint Layout start.

Vervolgens verschijnt het van Windows bekende venster “Sprint-Layout Set-up Wizard”. Na een klik op “Next” kunt u in het venster van figuur 3/8.9.13-2 de directory selecteren waarin het programma wordt geïnstalleerd. De Set-up Wizard maakt in deze directory automatisch een subdirectory Layout40 aan.



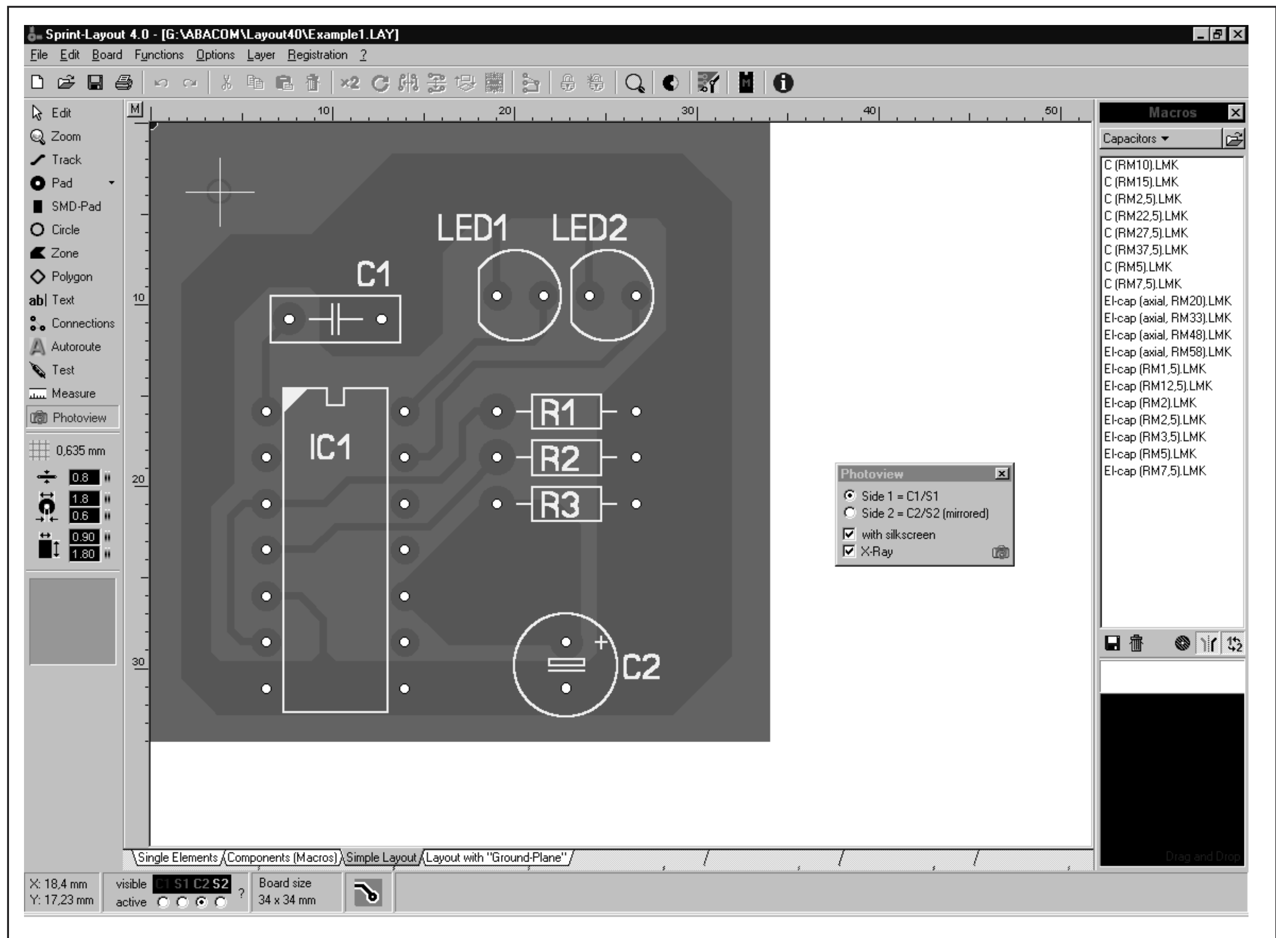
Figuur 3/8.9.13-2: Het selecteren van de installatie directory.

Na een venster waarin u de “Start Menu Folder” kunt selecteren verschijnt het venster “Ready to Install”. Uw klik op de optie “Install” zorgt ervoor dat Sprint Layout versie 4.0 in een paar minuutjes wordt geïnstalleerd. U kunt nadien de CD-ROM weer opbergen.

Het werkvenster van Sprint Layout
Na het op de standaard Windows-manier opstarten van het programma verschijnt het werkvenster van figuur 3/8.9.13-3 in beeld. Wij hebben hier de voorbeeld print, die bij het programma wordt geleverd, ingelezen.
De belangrijkste instrumenten staan links en rechts. Links ziet u een lijstje met gereedschappen, van “Edit” tot en met “Photoview”. Rechts is het “Macro”-venster weergegeven. Hieruit selecteert u de componenten die u op uw printplaat moet onderbrengen.

Belangrijke begrippen

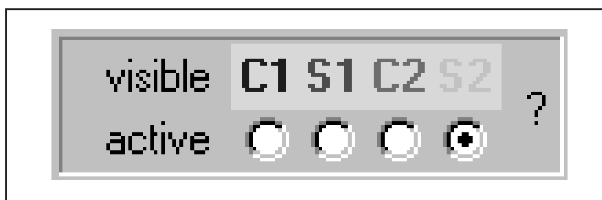
Lagen
Sprint Layout versie 4.0 ondersteunt vier tekenlagen.



Figuur 3/8.9.13-3: Het werkvenster van Sprint Layout 4.0.

De zijde van de print waarop later de componenten worden gemonteerd bevat de lagen S1 en C1. “S” staat voor “Silk Screen Layer”, de laag waarop u de componenten tekent. C staat voor “Copper Layer”, de laag waarop u soldeereilandjes (pad’s) en koperbanen (track’s) aanbrengt en waarop u later soldeert.
De andere zijde van de print bevat de lagen S2 en C2. U moet de betekenis van deze vier lagen goed tot u door laten dringen. Als u een enkelzijdige print ontwerpt, mag u alleen de lagen S1 en C2 gebruiken. Alle koperen onderdelen horen dan thuis op de laag C2, alle tekenelementen op de laag S1.
Iedere laag wordt voorgesteld door een eigen kleur, wat een zeer overzichtelijke print tot gevolg heeft. In de standaard instelling wordt bijvoorbeeld alles op laag S1 rood getekend en alles op laag C2 groen.
Op ieder moment is maar één laag actief. Daar moet u goed op letten, want anders gaat er gegarandeerd iets mis. Welke laag actief is ziet u links onder in het venster, zie figuur 3/8.9.13-4. U kunt een andere laag activeren door in het rondje onder de benaming te klikken. Als u dus een kopereilandje aanbrengt, moet u eerst de laag C2 activeren. Schrijft u het nummer van een onder-

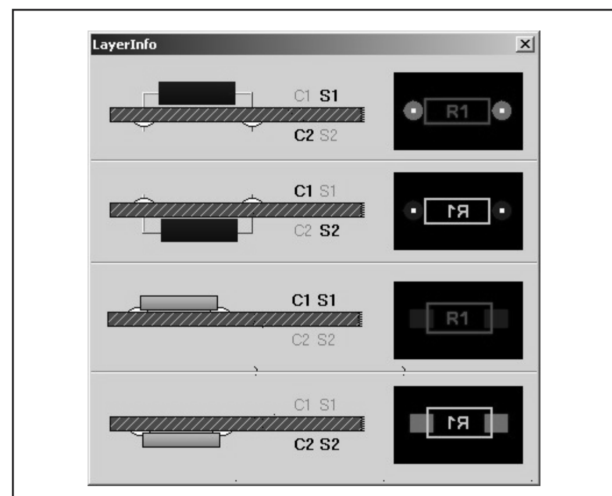
deel op de print, bijvoorbeeld R1, dan moet u eerst laag S1 activeren. U kunt lagen zichtbaar en onzichtbaar maken door op de benaming van de lagen te klikken.
Lagen activeren kunt u ook met de toetsen <F1> tot en met <F4>, lagen zichtbaar of onzichtbaar maken met de toetsen <F5> tot en met <F8>.



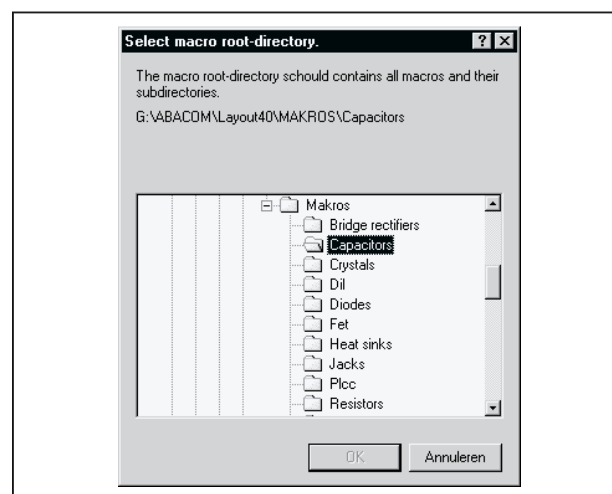
Figuur 3/8.9.13-4: Van de vier beschikbare lagen kunt u er steeds maar één actief maken.

Als u op het vraagteken klikt naast de lagenindicator, verschijnt een informatievenstertje, zie figuur 3/8.9.13-5, waarin nog eens wordt aangegeven hoe Sprint Layout met zijn vier lagen omgaat.

Werken met macro's
In de terminologie van Sprint Layout zijn macro's elektronische onderdelen. Deze bestaan uit een vereenvoudigde grafische voorstelling van het onderdeel (de outline) die op de componentenzijde van de print wordt getekend en een aantal soldeereilandjes (pad's) die op de koperzijde worden geplaatst.
Deze macro's vormen dus de basis van uw ontwerp en het plaatsen van de macro's is een van de eerste stappen in het ontwerpen van een print. Sprint Layout bevat een uitgebreide bibliotheek met macro's, maar u kunt op een heel eenvoudige manier eigen macro's aan de bibliotheek toevoegen. Bij het opstarten van het programma zijn de macro's niet actief. U krijgt toegang tot de macro-directories door in het "Options"-menu de optie "Show macro library" aan te klikken. Het nu nog lege sub-venster, rechts in het werkscherm, heeft een klein map-symbooltje. Als u daarop klikt verschijnt de directory met alle macro-bestanden in beeld, zie figuur 3/8.9.13-6.



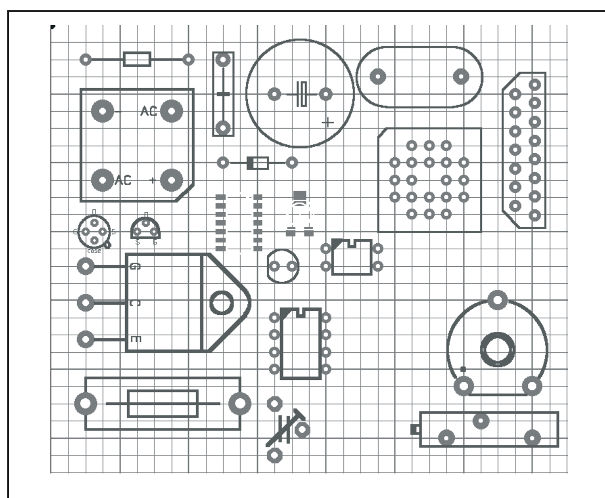
Figuur 3/8.9.13-5: Het informatievenstertje dat de vier lagen C1, S1, C2 en S2 duidelijk definieert.



Figuur 3/8.9.13-6: In dit venster kiest u een van de macro-bibliotheken.

Het programma beschikt over de volgende bibliotheken:

- bruggelijkrichters;
- condensatoren;
- kristallen;
- DIL-IC’s;
- dioden;
- FET’s;
- koelplaten;
- connectoren;
- PLCC-IC’s;
- weerstanden;
- SMD onderdelen;
- thyristoren en triac’s;
- transformatoren;
- transistoren;
- trimmers;
- spanningsstabilisatoren.



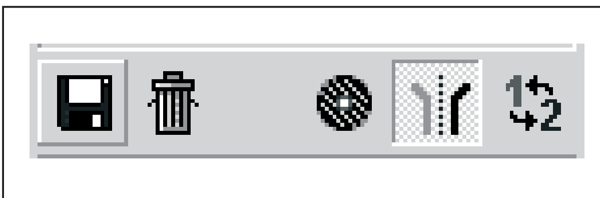
Figuur 3/8.9.13-7: Een alles behalve compleet overzicht van de beschikbare macro’s.

Iedere bibliotheek bevat meestal tientallen diverse componenten uit de groep, die voorzien zijn van een duidelijke naam. De weerstand “R(RM10)” vertegenwoordigt een liggende weerstand met een rastermaat (RM) van 10 mm. De FET “TO220-GDS (flat)” stelt een liggende FET voor in TO-220 behuizing met als aansluitvolgorde van links naar rechts gate-drain-source.

In figuur 3/8.9.13-7 hebben wij een twintigtal standaard onderdelen uit de bibliotheken op een proefprintje geplaatst. Zo krijgt u een mooi overzicht van de componentenrijkdom van het programma.
Een component plaatst u op uw printontwerp door de tekening van het onderdeel, rechts onder in beeld, met de muis naar de print te slepen. Alle componenten uit de bibliotheek plaatsen zowel de outline (de tekening) als de pad’s (de soldeereilandjes) op de juiste laag van uw ontwerp. Werkt u bijvoorbeeld met laag S1 actief en plaats u een weerstand, dan wordt de outline van het onderdeel op laag S1 geplaatst en de pad’s op laag C2. Bij SMD-onderdelen worden outline en pad’s uiteraard automatisch op dezelfde zijde van de print geplaatst, dus de outline op S1 en de pad’s op C1. Bij gemengd gebruik van normale en SMD-componenten zitten de onderdelen aan weerszijden van de print. Ook hiermee houdt Sprint Layout automatisch rekening. Monteert u een onderdeel op de koperzijde van de print, dan wordt dit onderdeel automatisch gespiegeld.

Bewerkingen op macro’s
Onder de lijst met macro’s staan vijf drukknopjes, zie figuur 3/8.9.13-8. Met deze knoppen kunt u, van links naar rechts, de volgende bewerkingen op een macro uitvoeren:
- Save macro:
  Hiermee kunt u geselecteerde objecten in uw ontwerp opslaan als een nieuwe macro. Op deze manier kunt u regelmatig terugkomende patronen, bijvoorbeeld acht naast elkaar geplaatste weerstanden, in de bibliotheek onder een eigen naam opnemen.

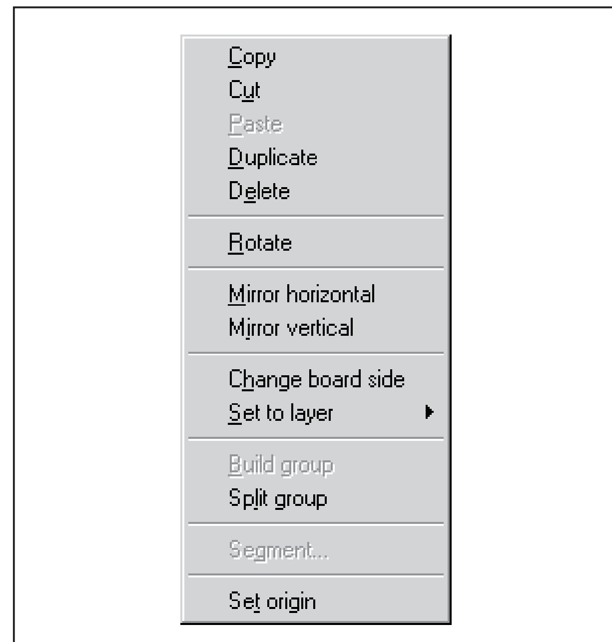
– Delete macro:
  Deze optie verwijdert een geselecteerde macro van uw harde schijf.
– Through-pad macro:
  Met deze optie maakt u van alle pad's van de geselecteerde macro "through-pad's, oftewel soldeereilandjes die doorgemetalliseerd moeten worden. Dat noemt men "via's". De pad's worden dan aan weerszijde van uw ontwerp geplaatst, dus zowel op C1 als op C2.
– Mirror macro:
  Deze optie spiegelt de macro.
– Change side:
  Met deze laatste optie verplaatst u een macro van de ene naar de andere zijde van de print. In de meeste gevallen zal het noodzakelijk zijn ook de optie "Mirror macro" toe te passen.



Figuur 3/8.9.13-8: Met deze vijf drukknopjes kunt u macro's manipuleren.

Macro's en de rechter muisknop

Als u met de rechter muisknop op een macro op uw printontwerp klikt, verschijnt het pop-up menu van figuur 3/8.9.13-9. Hiermee kunt u extra handelingen op de macro uitvoeren, zoals kopiëren, wissen, dupliceren, etc. De meeste opties zijn zelf-verklarend. Alleen de opties "Build group" en "Split group" behoeven toelichting.
Een macro is opgebouwd uit diverse losse tekenelementen zoals lijnen, cirkelsegmenten, boogsegmenten, pad's, etc. Met "Build group" maakt u van al deze losse elementen een geheel, dus één groep. Het voordeel hiervan is dat u nadien op alle gecombineerde elementen gezamenlijke bewerkingen kunt uitvoeren, zoals kopiëren, spiegelen en verplaatsen. Kortom, alle elementen gedragen zich als één superelement.
Met "Split group" doet u precies het tegengestelde. U ontleedt een macro in zijn losse tekenelementen. Nadien kunt u ieder element selecteren en er een bewerking op toepassen.

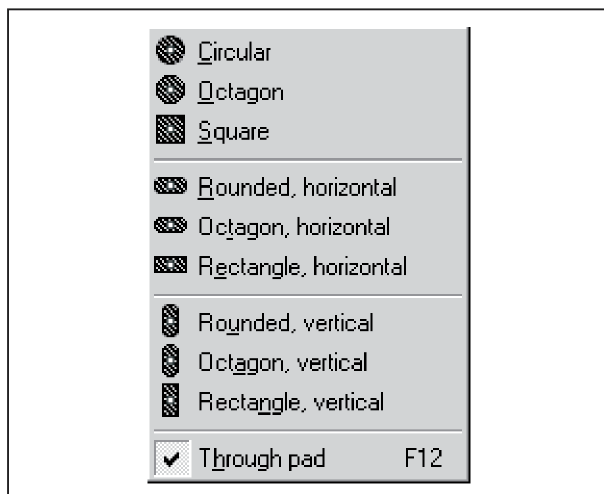


Figuur 3/8.9.13-9: Met de rechter muisknop krijgt u toegang tot een pop-up menu, waarmee u bewerkingen op macro's kunt uitvoeren.

Pad's, via's en drill holes tekenen

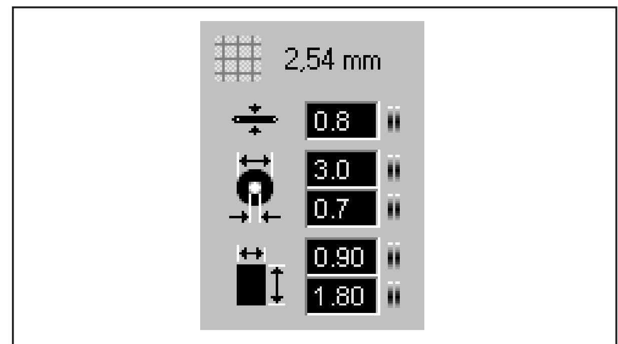
Hoewel u, dank zij de handige macro's, maar heel weinig soldeereilandjes met de hand moet aanbrengen, beschikt Sprint Layout op dat gebied over alle gewenste opties. In de linker lijst treft u het gereedschap "Pad" aan. Als u hierop klikt kunt u losse pad's in uw ontwerp aanbrengen. Klikt u op het pijltje naast

het woord Pad, dan ziet u het selectielijstje van figuur 3/8.9.13-10, waar u de gewenste vorm van het soldeereilandje kunt selecteren. Door de optie “Through pad” aan te vinken wordt het geselecteerde eilandje een via, oftewel een pad dat bij de productie van uw print doorgemetalliseerd moet worden. Deze optie plaatst het pad dus op beide koperlagen van uw print. Een via wordt door een groen/blauw streepjespatroon voorgesteld. Logisch, dit pad zit immers op de blauwe laag C1 én op de groene laag C2.



Figuur 3/8.9.13-10: Het selecteren van de gewenste vorm van een soldeereilandje oftewel pad.

Het unieke van Sprint Layout is dat u de afmetingen van ieder individueel pad kunt instellen. Met de in figuur 3/8.9.13-11 voorgestelde knopjes kunt u zowel de buiten- als de binnendiameter van ieder pad definiëren. Als u met de muis op de twee balkjes naast de cijfervakjes gaat staan, kunt u met de linker en rechter muisknoppen de afmetingen vergroten en verkleinen.
“Drill holes” zijn gaten die in uw print worden geboord voor het bevestigen van onderdelen op de print en voor het vastschroeven van de print op een chassis. Sprint Layout heeft geen afzonderlijke optie om dergelijke gaten aan te brengen. Maar als u een cirkelvormig pad selecteert en de binnen- en buitendiameters op dezelfde waarde instelt (bijvoorbeeld 3,2 mm), dan ontstaat vanzelf een boorgat. Een boorgat wordt voorgesteld door een witte cirkel met een paskruis er in.



Figuur 3/8.9.13-11: Met deze knopjes stelt u de afmetingen van koperbanen (track’s), soldeereilandjes (pad’s) en SMD-pad’s individueel in.

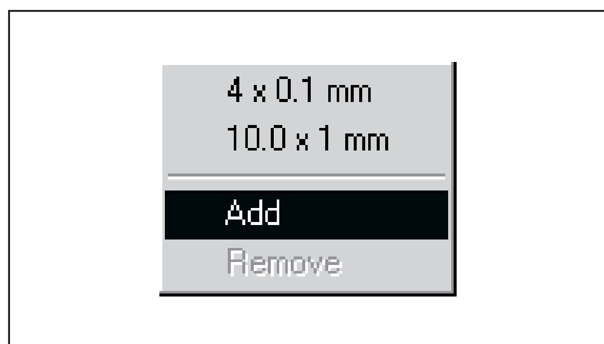
SMD-pad’s tekenen
Op de reeds beschreven manier kunt u uw print voorzien van koperen vlakjes waar u nadien uw SMD-componenten op vast soldeert. Selecteer hiervoor het werktuig “SMD-Pad”, definieer in het venstertje van figuur 3/8.9.13-11 de breedte en hoogte en sleep het SMD-pad met de muis naar uw printontwerp. Zorg ervoor dat u eerst de juiste laag actief maakt.

Printbanen tekenen
Hoewel de functie “Autoroute” heel wat handwerk van u overneemt, ontkomt u er tóch niet aan printbanen met de hand te tekenen. Selecteer hiervoor in de lin-

ker lijst het gereedschap “Track”. Vul in het venster van figuur 3/8.9.13-11 de dikte van de track in. Beweeg de muis naar het beginpunt van een koperspoor en druk op de linker muisknop. Als u de cursor vervolgens verplaatst, ziet u de koperbaan ontstaan. Klik weer op de linker muisknop als u een hoekpunt in het spoor wilt aanbrengen. Ga op deze manier verder tot u het eindpunt van het spoor heeft bereikt. Klik dan op de rechter muisknop om het koperspoor af te sluiten.

Track’s, pad’s en SMD-pad’s definiëren

Een handige functie van Sprint Layout is dat u deze drie elementen kunt definiëren voor toekomstig gebruik. Stel dat u vaak een pad nodig heeft met een buitendiameter van 3 mm en een binnendiameter van 0,7 mm. Vul deze gegevens in het venster van figuur 3/8.9.13-11 in. Klik nu op het pad-symbool in deze figuur. Er verschijnt nu een pop-up venstertje in beeld met de optie “Add” reeds geselecteerd. Klik op deze optie en het pad met de afmetingen 3/0,7 mm wordt in het lijstje opgenomen en kan steeds weer worden opgeroepen.
Hetzelfde geldt voor SMD-pad’s en voor track’s.

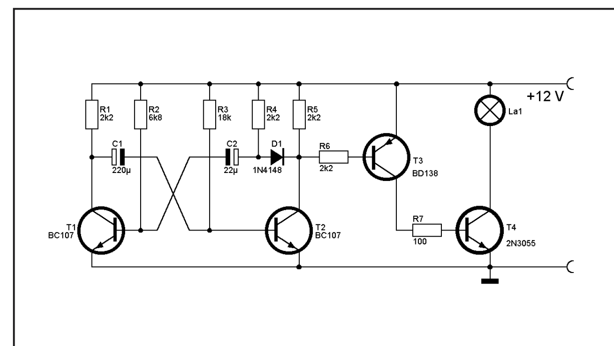


Figuur 3/8.9.13-12: Het definiëren van pad’s, track’s en SMD-pad’s.

Aan de slag

Een eenvoudig schema als voorbeeld

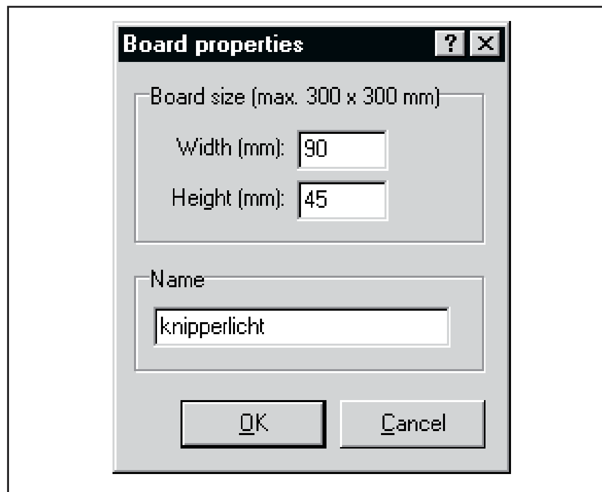
Hiermee hebben wij lang niet alle functies en opties van Sprint Layout versie 4.0 behandeld. Maar in plaats van al deze opties een na een te beschrijven gaan wij, samen met u, het programma verkennen aan de hand van een zeer eenvoudig voorbeeld. In figuur 3/8.9.13-13 is een schemaatje getekend van een knipperlicht met groot vermogen. U zou dit schema kunnen gebruiken om een lamp aan te sturen als uw inbraakalarm wordt geactiveerd. De 12 V lamp La1 kan een vermogen van 48 W hebben, meer dan genoeg om in een duistere nacht de hele straat aan te lichten. Dit schema is getekend met Splan, een schemateken programma van Abacom.



Figuur 3/8.9.13-13: Het eenvoudig schema dat wij op een print gaan zetten.

Stap 1: afmetingen van de print instellen

Door alle onderdelen even op een plat vlak te rangschikken schatten wij in dat dit schema gemakkelijk op een print van 45 mm bij 90 mm past. Start Sprint Layout op, ga naar het “File”-menu en selecteer de optie “New”. Meteen verschijnt het venster van figuur 3/8.9.13-14 in beeld. Vul de afmetingen van de print in en bedenk een naam voor het ontwerp.



Figuur 3/8.9.13-14: Het instellen van de afmetingen van de print.

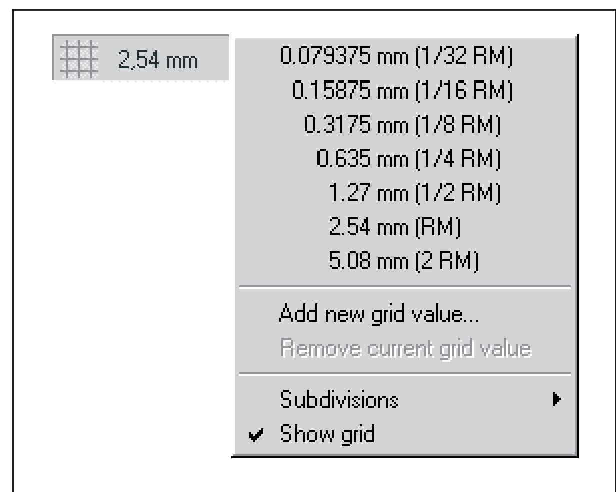
Heeft u geen idee hoe groot de print moet worden? Geen probleem, definieer een grote print, de afmetingen kunt u later altijd reduceren. Ga hiervoor naar het menu "Board" en selecteer de optie "Properties".

Stap 2:
uw project saven

Hoewel u in stap 1 een naam heeft ingevuld, betekent dit niet dat u uw project al heeft gesaved op uw harde schijf. U heeft alleen één print uit uw project een eigen naam gegeven. Sprint Layout ondersteunt namelijk het opnemen van meer dan een print in een project. Als u een versterker ontwerpt heeft u bijvoorbeeld drie printen nodig: de print voor de voeding, de voorversterker print en de eindversterker print. Die drie printen kunt u, ieder onder een eigen naam, in één project opnemen. Maar u moet dit project dan wel saven onder een algemene projectnaam. Ga hiervoor naar het "File"-menu en selecteer de optie "Save as". Vul een projectnaam in. Alle printen in dit project worden nu in één bestand op uw harde schijf opgeslagen.

Stap 3:
printraster instellen

Zoals u wellicht weet, werkt men bij het ontwerpen van printplaten meestal met een raster van 1/10 inch (2,54 mm). Dat betekent dat alle pad's van het ontwerp een veelvoud van 1/10 inch uit elkaar staan. De pennetjes van een DIL-IC staan bijvoorbeeld precies 2,54 mm uit elkaar en dat geldt voor een heleboel onderdelen. U moet dus het raster instellen. Dat doet u door in het venstertje van figuur 3/8.9.13-11 op het raster-pictogram te klikken. In de lijst die dan verschijnt, zie figuur 3/8.9.13-15, klikt u op 2,54 mm. De nog volledig lege print wordt nu gevuld met een lijnenpatroon, het printraster. Alle snijpunten liggen 2,54 mm uit elkaar. Als u nu een macro, een pad of een track aanbrengt, zult u merken dat de cursor alleen van rasterpunt naar rasterpunt springt.



Figuur 3/8.9.13-15: Het instellen van het raster van de print.

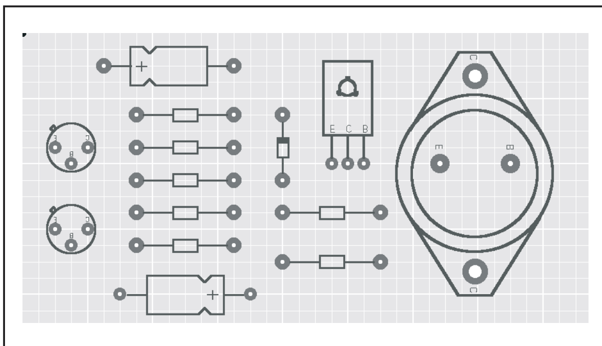
Belangrijke opmerking

Uiteraard zijn er componenten waarvan de aansluitpennen niet op een veelvoud van 2,54 mm van elkaar zitten. Soms moet u dus macro's, pad's en track's aan-

8.9 Software voor de ontwerper

brengen tussen de rasterpunten. Als u de <Ctrl> ingedrukt houdt tijdens het verplaatsen van de cursor zult u merken dat het magnetisch raster wordt uitgeschakeld en dat u macro's, pad's en track's op iedere plaats van de print kunt neerzetten.

Stap 4:
aanbrengen van de componenten
De volgende stap is het tekenen van alle componenten van het schema op uw print. Dank zij de uitgebreide bibliotheek met macro's is deze klus binnen een paar minuten geklaard, zie figuur 3/8.9.13-16. Voor dit ontwerpje hebben wij gebruik gemaakt van de macro's:
– R(RM15);
– TO-39;
– Diode(RM10);
– El-cap(RM20);
– TO-126-ECB(flat);
– TO-3(EBC).



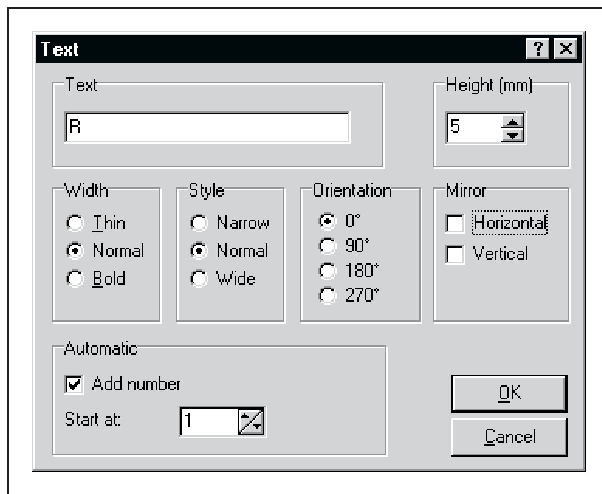
Figuur 3/8.9.13-16: Voor het tekenen van de componenten op uw print maakt u gebruik van de uitgebreide macro-bibliotheek.

Uiteraard zult u af en toe macro's moeten roteren. Dit kan op de aan de hand van figuur 3/8.9.13-9 beschreven manier.
Denkt u er aan dat u bij een dergelijke eenvoudige enkelzijdige print laag S1 actief houdt? Dé garantie dat alle outlines van alle macro's automatisch op laag S1 terecht komen en alle pad's op laag C2.

Stap 5:
extra's tekenen
Uw print moet natuurlijk vier boorgaatjes in de hoeken krijgen om de print te kunnen bevestigen. Bovendien zijn vier pad's noodzakelijk voor de soldeerlipjes voor de lamp, de +12 V voeding en de massa. Die moet u nu aanbrengen op de reeds beschreven manier.

Stap 6:
de componenten nummeren
Op uw ontwerp staan nu zeven weerstanden, twee condensatoren, één diode en vier transistoren. Wat is wat? U moet nu dus alle componenten voorzien van een naam. U weet wel: weerstanden van R1 tot en met R7 benoemen, etc. Hiervoor heeft Sprint Layout het handige "Text"-gereedschap. De teksten horen uiteraard thuis op de laag S1, u moet deze dus eerst actief maken.
Laten we eerst maar eens alle weerstanden benoemen. Klik in de linker lijst op de knop "Text". In het venster van figuur 3/8.9.13-17 vult u in het vak "Text" gewoon de letter "R" in. Klik de optie "Add number" aan en vul in "Start at" het cijfer "1" in. Ga nu met de muis weer naar uw print. De cursor verandert in "R1". Druk <Ctrl> in en plaats de tekst "R1" ergens onder het symbool van deze weerstand. Dat doet u door op de gewenste plaats op de linker muisknop te klikken. De tekst "R1" wordt op uw print geplaatst en de cursor verandert in "R2". Door de optie "Add number" aan te vinken heeft u er namelijk voor gezorgd dat Sprint Layout identieke componenten automatisch doornummert! Op deze manier

kunt u in minder dan tien seconden de zeven weerstanden identificeren.
Klik op de rechter muisknop om de actie af te sluiten. Herhaal de procedure voor de tekst "C", "D" en "T".

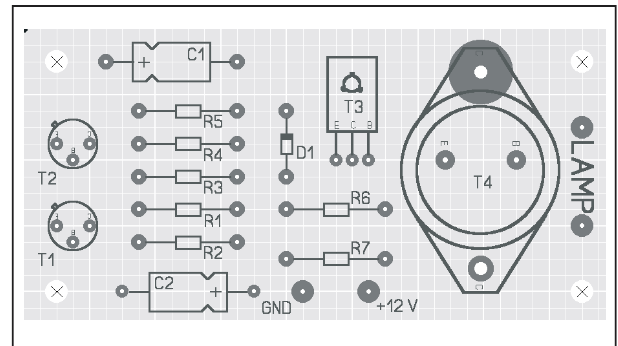


Figuur 3/8.9.13-17: Via dit venstertje gaat u alle componenten op uw print benoemen.

Alle componenten benoemd? Dan zijn er nog vier pad's tekstloos: de massa, de voeding en de twee lamp-aansluitingen. Herhaal de beschreven actie, maar nu uiteraard zonder de optie "Add number" aan te vinken, en zet de teksten "GND", "+12 V" en "LAMP" bij de soldeerlipjes. Door de optie "Mirror" aan te vinken kunt u de tekst eventueel 90° roteren.

Stand van zaken

Wij zijn nu klaar voor het belangrijkste werk: het koperpatroon aanbrengen. Als alles goed is gegaan ziet uw print er nu uit zoals getekend in figuur 3/8.9.13-18. Of toch niet? De outline van alle componenten is veel dunner dan weergegeven in deze figuur. Kwestie van smaak, maar wij vonden dikkere lijntjes mooier. U ook? Geen probleem, klik de outline van een component aan en ga met de muis naar het venstertje van figuur 3/8.9.13-11. Met de instelling van de track-dikte kunt u nu ook de dikte van de lijnen van de outline van de componenten aan uw eigen smaak aanpassen.

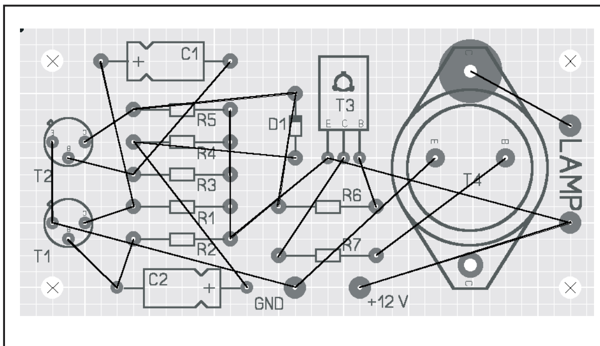


Figuur 3/8.9.13-18: Uw print is klaar om voorzien te worden van het patroon van kopersporen.

Stap 7: het "ratsnest" aanbrengen

U kunt nu met de hand alle kopersporen aanbrengen. Maar Sprint Layout biedt een oplossing om dit werkje grotendeels te automatiseren. Zoals reeds geschreven in de inleiding bevat versie 4.0 een eenvoudige autorouter. Maar dan moet het programma wél eerst weten welke pad's met elkaar moeten worden verbonden. Vandaar dat u eerst met de hand het zogenaamde "ratsnest" moet tekenen. Dit "ratsnest" bestaat uit de recht-toe-recht-aan verbindingen tussen alle pad's die met elkaar worden verbonden. Selecteer in de gereedschapslijst de optie "Connections". Ga met de muis naar een pad, klik op de linker muisknop en verplaats de muis naar een pad waarmee het eerste pad verbonden moet worden. Klik weer op de linker muisknop. Sprint Layout tekent nu een dun lijntje tussen beide pad's.
Herhaal deze bewerkingen tot alle te verbinden pad's met elkaar verbonden zijn.

Sluit de actie af met een druk op de rechter muisknop. Het resultaat zie u in figuur 3/8.9.13-19.

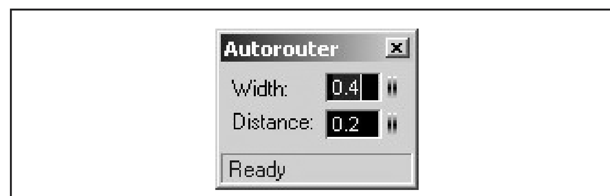


Figuur 3/8.9.13-19: Het “ratsnest” van uw print bevat nu alle recht-toe-recht-aan verbindingen tussen alle te verbinden pad’s.

Heeft u per ongeluk een verkeerde connection getekend? Die kunt u niet wissen met <Delete>, maar door de connection nog eens te tekenen.

Stap 8:
het “ratsnest” optimaliseren
Het ratsnest is “rubber banded” gekoppeld aan de pad’s. Als u een onderdeel verplaatst, dan zullen de dunne lijntjes van het ratsnest mee verplaatsen. Dit biedt u uiteraard de prachtige mogelijkheid om het ratsnest te optimaliseren. Het zal immers duidelijk zijn dat het aanbrengen van de kopersporen heel problematisch wordt als erg veel lijntjes van het ratsnest elkaar kruisen. Hoe meer kruisende lijntjes, hoe groter de kans dat u met draadbruggetjes moet gaan werken of moet overschakelen naar een dubbelzijdige print. Door nu onderdelen te verplaatsen en/of te roteren kunt u proberen zo weinig mogelijk kruisende lijntjes in het ratsnest over te houden. Bij complexe printen is dit een hele klus, maar als troost kan worden opgemerkt dat dit zelfs bij de allerduurste printontwerp programma’s ook nog steeds met de hand moet gebeuren. Bij dit uiterst simpel voorbeeldje hebben wij deze stap achterwege gelaten.

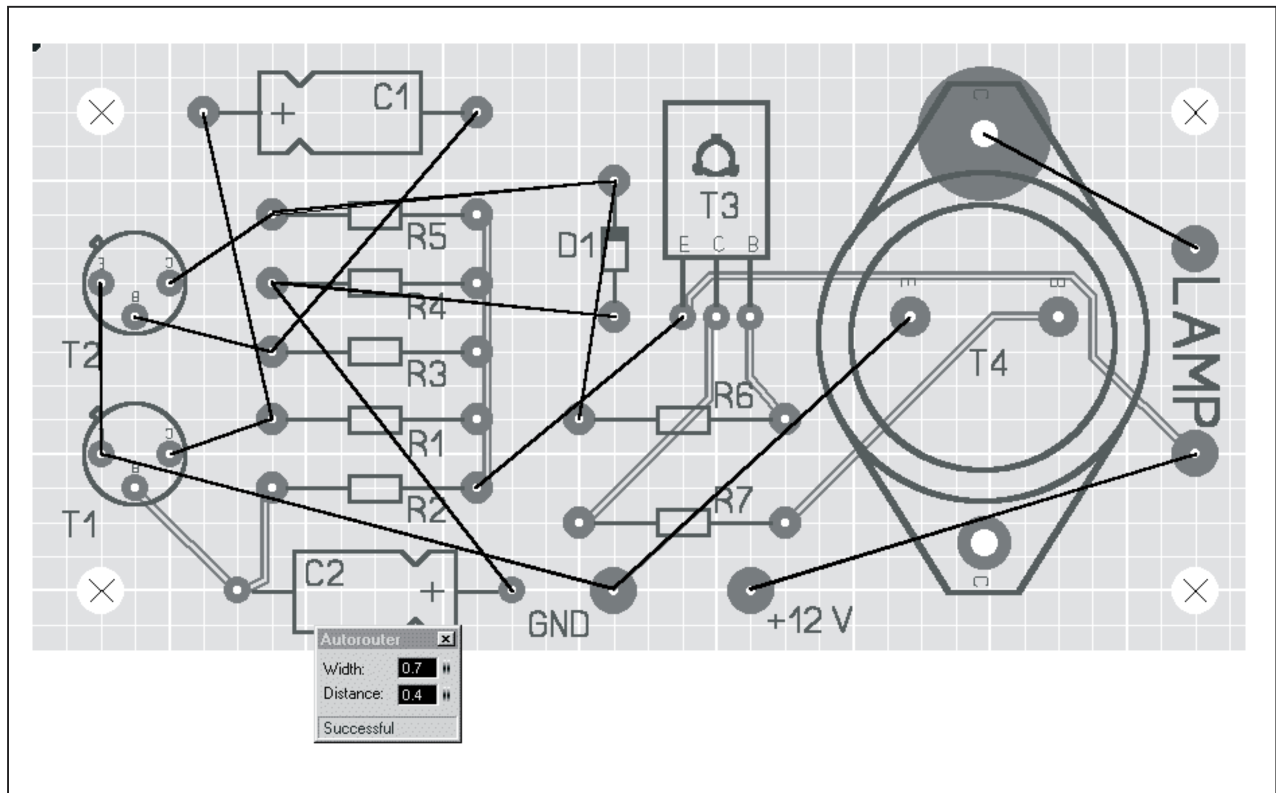
Stap 9:
de “Autorouter” inschakelen
Bij zeer dure printontwerp pakketten klikt u nu op de knop “Autorouter”. Vervolgens gaat uw PC een kwartier zoemen en verrast u nadien met een vrijwel compleet printontwerp. 90 % tot 95 % van de lijnen van het ratsnest zijn omgezet in elkaar niet kruisende kopersporen. De rest moet u handmatig aanbrengen. Dát kunt u van een nog geen vijftig euro kostend pakket als Sprint Layout niet verwachten.
Tóch is de autorouter een zeer handig en tijdbesparend gereedschap. U start de autorouter door in de linker gereedschapslijst op de knop “Autoroute” te klikken. In het venstertje van figuur 3/8.9.13-20 definieert u de breedte van het koperspoor (Width) en de afstand tussen het koperspoor en andere sporen of gaatjes op de print (Distance).



Figuur 3/8.9.13-20: In dit venstertje definieert u de parameters van de autorouter.

De autorouter van Sprint Layout versie 4.0 is een eenvoudige punt-naar-punt router, die een door u geselecteerde lijn uit het ratsnest omzet naar een koperspoor. Het werken met dit gereedschap is in principe eenvoudig.

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-21: De autorouter in actie: we beginnen met het autorouten van de eenvoudigste verbindingen.

U selecteert met de muis een lijn uit het ratsnest (deze wordt paars) en klikt op de linker muisknop. Sprint Layout zet deze lijn om in een koperspoor. Zo kunt u lijn na lijn uit het ratsnest razendsnel omzetten in koperpatroon.
Die eenvoud is echter verraderlijk. Als u zonder nadenken lijn na lijn aanklikt dan loopt u zonder enige twijfel, zelfs bij dit zeer eenvoudig ontwerp, volledig vast. Het omzetten van het ratsnest in een koperpatroon vereist ervaring en beleid.
Start met de meest eenvoudige lijnen uit het ratsnest. In dit voorbeeld kunt u bijvoorbeeld starten met:
- verbinding tussen de +12 V en de lamp;
- collector van T4 naar lamp;
- R7 naar basis T4;
- gemeenschappelijke verbindingen van R1 t/m R5;
- C2 naar R2;
- C2 naar basis T1;
- R3 naar basis T2;
- R5 naar collector T2;
- R1 naar collector T1;
- emitters van T1 en T2;
- etc.

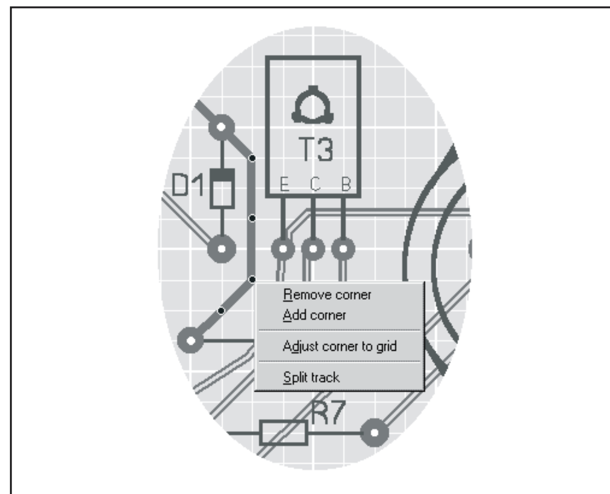
Als deze korte verbindingen zijn omgezet kunt u verder gaan met de complexere verbindingen. Als Sprint Layout een lijn uit het ratsnest naar een printspoor heeft omgezet op een manier die u niet bevalt is er niets aan de hand. U klikt opnieuw op de verbinding en het koperspoor wordt weer omgezet naar een lijn van het ratsnest. Vervolgens probeert u een andere volgorde met misschien een beter resultaat. Op deze manier moet u

in staat zijn zeker 90 % van de lijnen van het ratsnest op een bevredigende manier om te zetten in een koperspoor.
De kopersporen die door de autorouter worden gemaakt worden voorgesteld door een driekleurige lijn: donkergroen, lichtgroen, donkergroen, zie figuur 3/8.9.13-21. De printsporen die u zélf met het gereedschap “Track” aanbrengt zijn volledig donkergroen.

Stap 10:
het handwerk met “Track”
Na enige tijd zult u merken dat de autorouter er niet meer uitkomt. Het display gaat tweekleurig knipperen en de autorouter zegt “Not found”. Dergelijke verbindingen moet u met de hand aanleggen, uiteraard met het gereedschap “Track”. Soms zal het noodzakelijk blijken bepaalde sporen die de autorouter heeft aangebracht te verwijderen en met de hand een ander patroon te leggen.

Stap 11:
de print optimaliseren
Ieder spoor dat u of de autorouter aanlegt bestaat uit lijnstukken die door hoekpunten met elkaar zijn verbonden. In de laatste fase van het proces kunt u de ligging van sporen optimaliseren door hoekpunten te verwijderen, te verplaatsen of zelfs extra hoekpunten aan te brengen. Ga naar het gereedschap “Edit” en klik een printspoor aan. Dit wordt paars weergegeven en u ziet alle hoekpunten als blauwe bolletjes, zie figuur 3/8.9.13-22. Klik met de rechter muisknop op zo’n hoekpunt en u ziet een pop-up venstertje verschijnen met de opties:
- Remove corner:
  Hiermee verwijdert u het hoekpunt.
- Add corner:
  U brengt een extra hoekpunt aan, zodat u nadien het verloop van het printspoor kunt optimaliseren.
- Adjust corner to grid:
  Het hoekpunt wordt naar het dichtst bijzijnd rasterpunt verplaatst.
- Split track:
  Het printspoor wordt op de plaats van het aangeklikte hoekpunt “doorgesneden” zodat twee afzonderlijke sporen ontstaan die u kunt manipuleren.

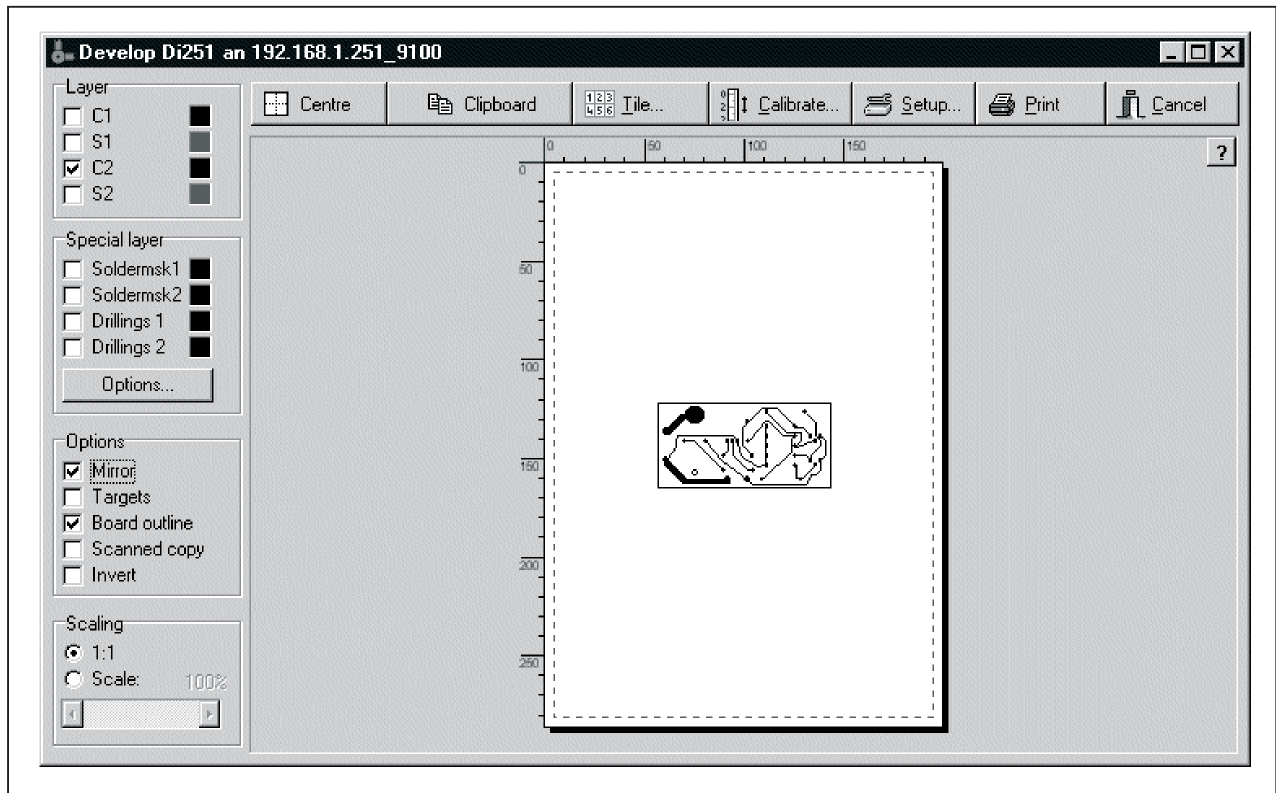
Verplaatsen doet u uiteraard door een hoekpunt aan te klikken en dit met de muis te verplaatsen.



Figuur 3/8.9.13-22: U kunt vervolgens de printsporen die de autorouter heeft aangebracht optimaliseren door hoekpunten aan te klikken en deze te verwijderen of te verplaatsen.

Stap 12:
het gereedschap “Photoview” toepassen als laatste controle
Als laatste stap kunt u het gereedschap “Photoview” inschakelen. De print wordt nu in een fotorealistische weergave op uw scherm getoond, dus alsof de print reeds gemaakt en bestukt is, zie figuur 3/8.9.13-23.

8.9 Software voor de ontwerper



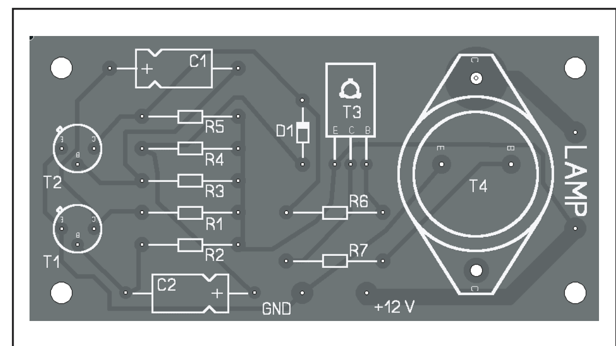
Figuur 3/8.9.13-24: In dit zeer uitgebreide werkvenster kunt u de afdruk van uw print tot in de details instellen.

Door het aanvinken van de optie “X-Ray” lijkt het alsof de print op een lichtbak ligt. U ziet het koperpatroon doorschemeren en alle te boren gaatjes zijn wit. Op deze manier kunt u uw ontwerp nog eens bestuderen en foutjes opsporen.

Stap 13:
uw printontwerp afdrukken

Als laatste stap kunt u uw printontwerp afdrukken. Ga naar het “File”-menu en klik de optie “Print”aan. U wordt geconfronteerd met een uitgebreid werkscherm, zie figuur 3/8.9.13-24, waarmee u uw ontwerp op alle gewenste manieren naar uw printer kunt sturen.

– Het vakje “Layer”:
  Hierin stelt u in welke van de vier lagen u wilt afdrukken, dat kan ook een combinatie van diverse lagen zijn.



Figuur 3/8.9.13-23: Het gereedschap “Photoview” geeft een realistische voorstelling van uw compleet gemonteerde print.

– Het vakje “Special layer”:
  U kunt Sprint Layout een soldeermasker laten genereren voor beide zijden van de print. Met de knop “Options” kunt u de afstand tussen soldeer-

eilandjes en het soldeermasker instellen.
- Het vakje “Options”:
  Een paar extra printfuncties, zoals de mogelijkheid om de afdruk te spiegelen, de randen van de print weer te geven en de afdruk te inverteren.
- Het vakje “Scaling”:
  De standaard instelling is dat uw printer uw ontwerp op schaal 1/1 afdrukt. In dit vakje kunt u eventueel een vergrotings- of verkleiningsfactor instellen.

Boven in het venster staat nog een aantal nuttige knoppen:
- Centre:
  Uw printontwerp wordt gecentreerd op de pagina.
- Clipboard:
  Uw printontwerp wordt naar het Clipboard van Windows gekopieerd, zodat u het in andere programma’s kunt inlezen.
- Tile:
  Hiermee kunt u meerdere kopieën van uw print op één pagina afdrukken. Interessant als u een kleine serieproductie moet opzetten, dan kunt u bijvoorbeeld tien printontwerpen op één grote fotogevoelige printplaat maken.
- Calibrate:
  Niet alle printers werken met een absolute 1/1-schaal. Het kan gebeuren dat een print die u exact 100 mm breed heeft ontworpen met een breedte van 102 mm uit uw printer rolt. Met deze optie kunt u die fout compenseren door een schaalfactor in te voeren.
- Setup:
  Als u op deze knop klikt verschijnt het standaard Windows-venster waarin u een printer kunt selecteren.
- Print:
  Uw print word afgedrukt.
- Cancel:
  U verlaat het afdruk werkvenster.

Dubbelzijdig werken

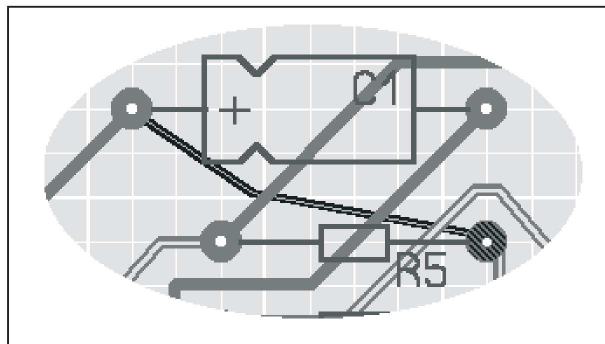
Gewone procedure volgen

Bij het ontwerpen van dubbelzijdige printen volgt u in grote lijnen de beschreven procedure. U maakt de laag S1 actief en plaatst alle componenten, pad’s en teksten. Ook het aanbrengen van het ratsnest gaat op de beschreven manier. Alleen bij het inschakelen van het gereedschap “Autoroute” wordt het interessant. U begint te autorouten met de koperlaag C2 actief. Als de autorouter een verbinding niet kan leggen, schakelt u om naar C1 en klikt weer op de lijn van het ratsnest. De autorouter legt nu een koperspoor op de bovenzijde van de print, hetgeen u onmiddellijk merkt aan de blauwe kleur van het spoor. Op deze manier kunt u uw print autorouten en eventueel de laatste sporen met de hand aanbrengen.

Via’s aanbrengen

Helaas is Sprint Layout niet zo intelligent om zélf via’s oftewel doorgecontacteerde gaatjes aan te brengen. Dat moet u nadien met de hand doen. In figuur 3/8.9.13-25 hebben wij een voorbeeldje gegeven. De verbinding tussen de pluspool van de elco C1 en de rechter aansluiting van de weerstand R5 is op de componentenzijde van de print aangebracht. U moet nu met de hand de twee betreffende soldeereilandjes omzetten in via’s. Selecteer het “Pad”-gereedschap en maak het pad “Through”. Plaats nu twee van dergelijke pad’s over de soldeereilandjes van de elco en de weerstand.

8.9 Software voor de ontwerper

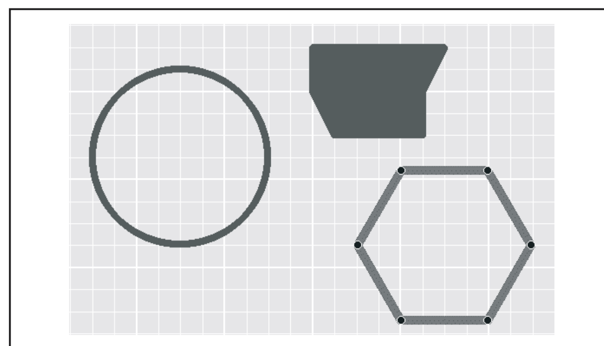


Figuur 3/8.9.13-25: De verbinding tussen C1 en R5 is op de componentenzijde van de print gelegd. U moet nu met de hand de twee soldeereilandjes vervangen door via's.

Overige functies

Inleiding
Aan de hand van het eenvoudige voorbeeld hebben wij u een goed inzicht gegeven in de manier waarop u met Sprint Layout versie 4.0 kunt werken. Maar natuurlijk doen wij het programma hiermee groot onrecht aan, want onder de opties van de menu's zitten nog een heleboel interessante functies verborgen. Die gaan we even doorlopen.

Tekenelementen
In de gereedschapsbalk staat een aantal pictogrammen, waarmee u grafische elementen op uw print kunt tekenen:
– Circle;
– Zone;
– Polygon.
Met "Circle" tekent u uiteraard cirkels, met "Zone" gevulde willekeurige veelhoeken en met "Polygon" open regelmatige veelhoeken, zie figuur 3/8.9.13-26. Deze laatste functie is met name handig als u bijvoorbeeld een eigen macro gaat ontwikkelen voor een draaischakelaar in printuitvoering. U tekent eerst een regelmatige twaalfhoek met de juiste diameter. Nadien kunt u met het gereedschap "Pad" de soldeereilandjes voor de printpennen van de schakelaar exact op de hoekpunten van de veelhoek zetten. Nadien verwijdert u de veelhoek. De lijndikte van de cirkels en veelhoeken stelt u op dezelfde manier in als u bij het "Track"-gereedschap doet.

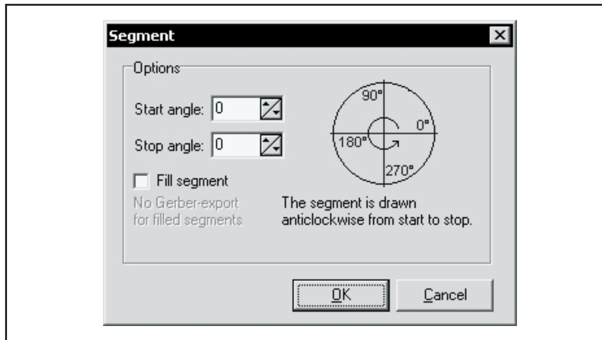


Figuur 3/8.9.13-26: De resultaten van de gereedschappen "Circle", "Zone" en "Polygon".

Cirkelsegmenten
Bij het ontwerpen van de outline van macro's zult u vaak cirkelsegmenten nodig hebben. Iedere cirkel is gemakkelijk om te zetten naar een segment. Teken eerst een cirkel met de juiste lijndikte en diameter. Klik nadien met de rechter muisknop op de cirkel en kies "Segment" uit het pop-up menu. In het venster van figuur 3/8.9.13-27 kunt u nu de begin- en eindhoek van het cirkelsegment definiëren. Met het aanklikvakje "Fill segment" kunt u het cirkelsegment vullen.

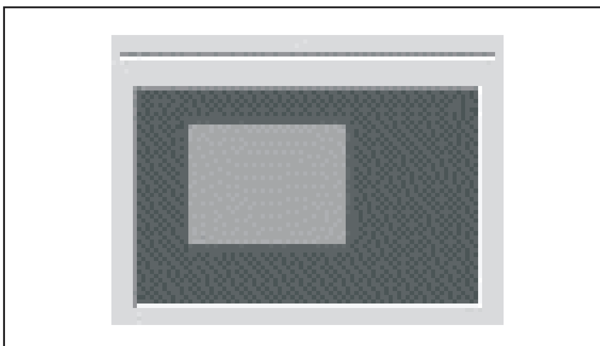
Het gereedschap "Zoom"
In de gereedschapsbalk treft u het bekende vergrootglas aan. Activeert u dit gereedschap, dan verandert de cursor in een vergrootglas en kunt u door op de linker of rechter muisknop te drukken in- en uitzoomen op uw ontwerp.

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-27: Het venstertje waarmee u cirkelsegmenten kunt tekenen.

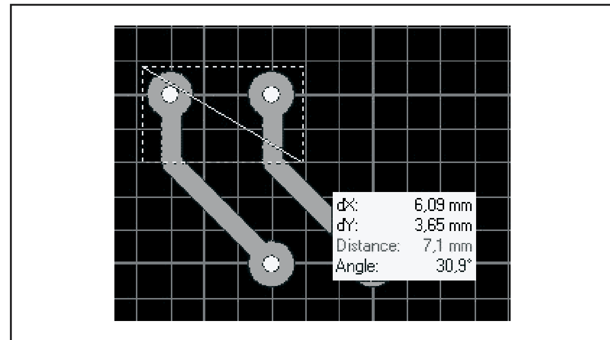
Handig is dat u helemaal onder in de gereedschapslijst ziet welk deel van de print u in beeld heeft, zie figuur 3/8.9.13-28. De volledige print wordt donkergroen voorgesteld, het deel in beeld lichtgroen. U kunt met de muis het lichtgroene deel over de totale print verplaatsen.



Figuur 3/8.9.13-28: In dit schermpje ziet u de totale print (donkergroen) en het gezoomde deel van de print (lichtgroen).

Het gereedschap “Measure”

Met dit gereedschap kunt u nauwkeurig afstanden en hoeken op uw printontwerp meten. Met ingedrukte linker muisknop trekt u een rechthoek, de software bepaalt de breedte en de lengte van deze rechthoek, de lengte van de diagonaal en de hoek tussen de diagonaal en de horizon, zie figuur 3/8.9.13-29.



Figuur 3/8.9.13-29: Met het gereedschap “Measure” meet u heel nauwkeurig absolute afstanden en hoeken op uw printontwerp.

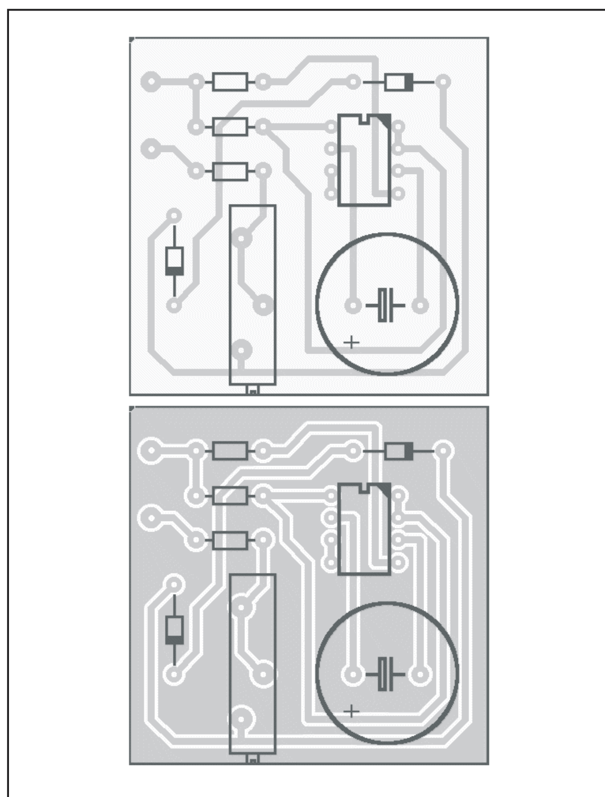
Het gereedschap “Test”

Met “Test” krijgt u onmiddellijk een overzicht van alle pad’s die met elkaar zijn verbonden. Na activeren van dit gereedschap verandert de muiscursor in een “signaal-injector”. Zet de punt van deze injector bijvoorbeeld op de massalijn en klik met de linker muisknop. Alle pad’s en track’s die met de massa zijn verbonden worden nu paars weergegeven. Op deze manier kunt u uw ontwerp nog eens extra controleren op ongewenste verbindingen.

De functie “Ground-Plane”

Deze functie zit niet in de gereedschapsbalk maar treft u onder in het werkvenster aan. Als u deze functie activeert zal Sprint Layout de koperzijde van uw print volledig “verkoperen”, met een instelbare ruimte tussen dit kopervlak en de aanwezige pad’s en track’s. In figuur 3/8.9.13-30 is een heel eenvoudig voorbeeldje gegeven. In de bovenste figuur is een kleine print normaal ontworpen. In de onderste figuur werd de functie “Ground-Plane” ingeschakeld. Commentaar overbodig! Let u er wél op dat Sprint Layout de “Ground-Plane” niet automatisch met de massa verbindt. Dat

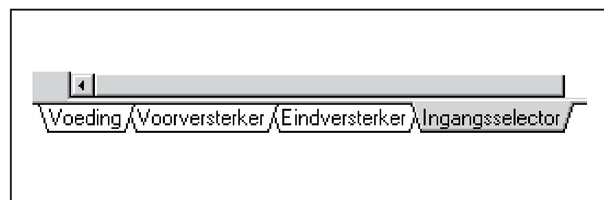
moet u zélf doen. Naast het pictogram van deze functie ziet u een grijs gearceerd rechthoekje staan. Hiermee kunt u de functie "Restricted Areas" activeren. U creëert hiermee veelhoeken die u uitsluit van het ground-plane. Oftewel, de veelhoeken die u met deze functie tekent worden niet met koper gevuld.



Figuur 3/8.9.13-30: Een mooie illustratie van de functie "Ground-Plane".

Meer dan één print in uw project

We hebben het al terloops aangehaald, maar Sprint Layout versie 4.0 bewaart geen printen, maar projecten. Ieder project kan uit meerdere printen bestaan. Ga naar het menu "Board" en klik op "Add new board". U krijgt nu weer het venster van figuur 3/8.9.13-14 in beeld en u kunt de afmetingen en de naam van de nieuwe printplaat invoeren. De diverse printen uit één project krijgen allemaal een eigen tabblad, zie figuur 3/8.9.13-31.



Figuur 3/8.9.13-31: Een versterker project zou bijvoorbeeld uit vier printen kunnen bestaan.

Via het menu "Board" kunt u:

- Add new board:
  Een nieuwe print aan het project toevoegen.
- Board properties:
  De afmetingen en de naam van de print wijzigen.
- Delete board:
  De betreffende print uit het project verwijderen.
- Set board to left or to right:
  De volgorde van de printplaten in het project veranderen.
- Import board from file:
  Een op uw harde schijf aanwezig project (.LAY-bestand) in uw actueel project integreren. Met deze functie kunt u bijvoorbeeld een standaard ontwerp van een voedingsprint in een nieuw project opnemen.

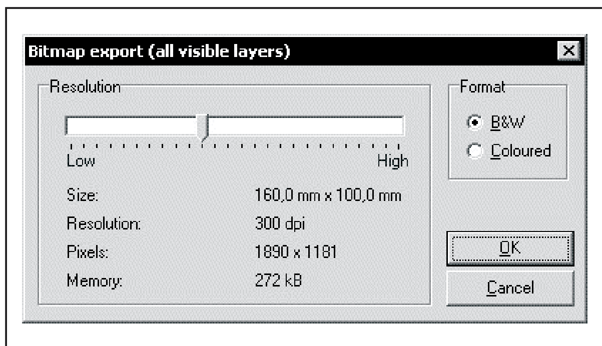
De functie "AutoSave"

Met deze functie, te vinden in het menu "File", zorg u ervoor dat Sprint Layout om de zoveel minuten uw project automatisch opslaat op uw harde schijf. De back-up wordt bewaard met de extensie .BAK en dat betekent dat uw ontwerp, bewaard als .LAY, niet wordt aangetast. Vergeet dus toch niet regelmatig uw project te saven.

8.9 Software voor de ontwerper

Uw printontwerp exporteren

In het “File”-menu treft u de optie “Export” aan. Hiermee kunt u uw printontwerp exporteren als GIF-, BMP- of EMF-bestand. Op deze manier kunt u het ontwerp als grafisch bestand invoegen in bijvoorbeeld een tekst in Word. Bij de export naar GIF en BMP kunt u de resolutie instellen, zie figuur 3/8.9.13-32. Hoe hoger de resolutie, hoe mooier het resultaat, maar hoe groter het bestand. EMF is een zogenaamd vectorformaat. Dit geeft de beste resultaten.



Figuur 3/8.9.13-32: In dit venster stelt u de resolutie van het grafisch export-bestand in.

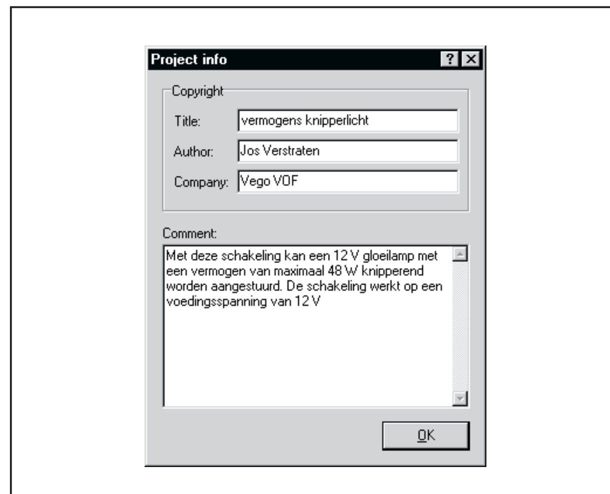
Project info

In de toolbar ziet u, helemaal rechts, een informatie-pictogram. Klikt u hierop, dan verschijnt het venster van figuur 3/8.9.13-33 in beeld, waarin u uw project kunt documenteren. Deze gegevens worden uiteraard samen met het project opgeslagen in het .LAY-bestand.

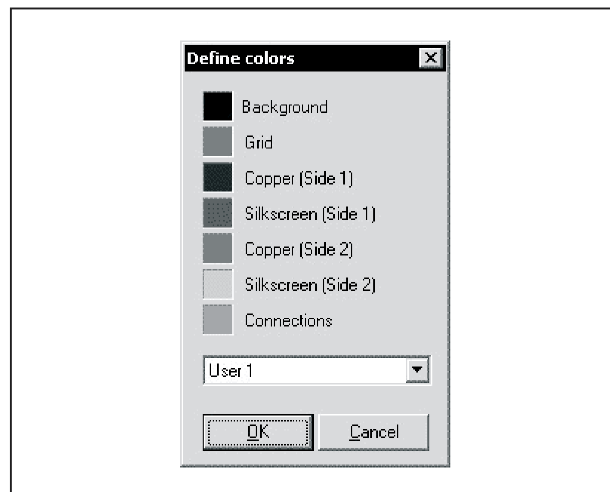
Define colors

Deze functie treft u aan in het “Options”-menu. In het venster van figuur 3/8.9.13-34 kunt u de kleuren van:
– achtergrond;
– raster;
– koperzijde 1;
– componenten zijde 1;
– koperzijde 2;
– componentenzijde 2;
– verbindingen;

aan uw eigen wensen aanpassen. U kunt uw aangepast kleurenschema opslagen als User 1, User 2 of User 3.



Figuur 3/8.9.13-33: In dit venster kunt u uw project documenteren.

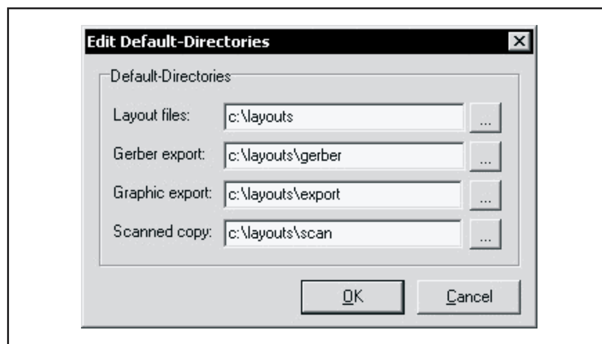


Figuur 3/8.9.13-34: In dit venster past u het kleurenschema aan uw eigen wensen aan.

Directories

Deze optie staat in het “File”-menu en geeft de mogelijkheid specifieke directories in te stellen, waarin Sprint Layout:

– ontwerpen;
– Gerber export bestanden;
– bimap export bestanden;
– gescande kopieën;
bewaart, zie figuur 3/8.9.13-35.

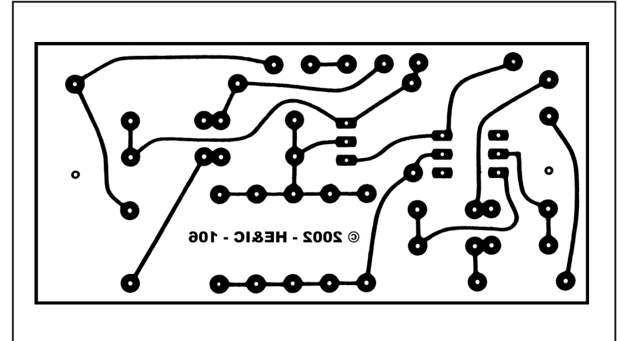


Figuur 3/8.9.13-35: Het venster van de optie “Directories”.

Scanning layouts

Inleiding
Dit is een heel handige en vrij unieke optie van Sprint Layout. Misschien heeft u een heel archief vol zitten met nog met de hand geplakte printontwerpen of printontwerpen die in elektronica tijdschriften zijn afgedrukt. Met deze optie kunt u deze oude en/of papieren ontwerpen snel omzetten in een Sprint Layout ontwerp.

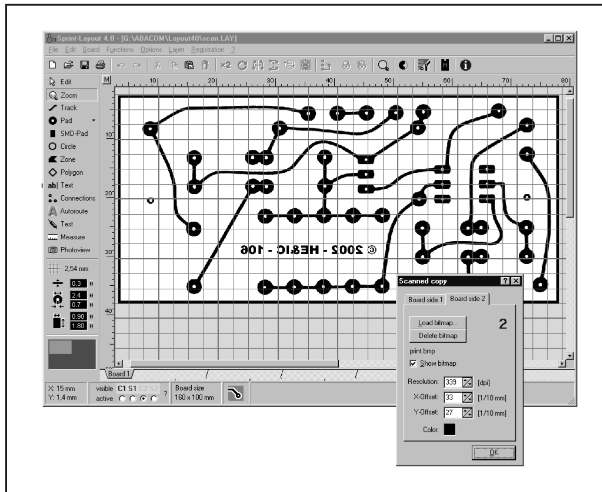
Stap 1:
scannen van de oude print
U scant de oude print en zet deze om in een BMP-bestand, zie figuur 3/8.9.13-36. Als resolutie kiest u 300 tot 600 dpi, de scan moet absoluut monochroom zijn.
Zorgt u er wél voor dat de scan absoluut recht is, anders in het project hopeloos. Gebruik eventueel een grafisch programma om de scan te roteren tot alle rechte lijnen echt horizontaal en verticaal lopen.



Figuur 3/8.9.13-36: Aan de hand van deze print, gescand uit een tijdschrift, gaan we de functie “scanning layouts” uitwerken.

Stap 2:
de scan in een nieuw
ontwerp van Sprint Layout inlezen
Open een nieuw project en zorg er voor dat het raster, ingesteld op 2,54 mm, zichtbaar is. Open nu in het “Options”-menu de functie “Scanned copy”. In het venster dat nu verschijnt, zie figuur 3/8.9.13-37, opent u het tabblad “Board side 2” en klikt u op de knop “Load bitmap”. Laadt vervolgens het BMP-bestand van uw gescande print. U ziet nu de print in het werkvenster van Sprint Layout verschijnen, zie figuur 3/8.9.13-37. In het venster ziet u drie schalen:
– Resolution;
– X-offset;
– Y-offset.
U moet nu deze drie schalen zo instellen dat het gescande ontwerp zoveel als mogelijk is samenvalt met het raster op uw print en bovendien op ware grootte wordt weergegeven.
U kunt het best inzoomen op een DIL-IC en de schalen aanpassen tot de pad’s van dit IC precies samenvallen met de rasterpunten op het scherm. Een hele klus, maar na enig experimenteren krijgt u er vanzelf handigheid in.

8.9 Software voor de ontwerper

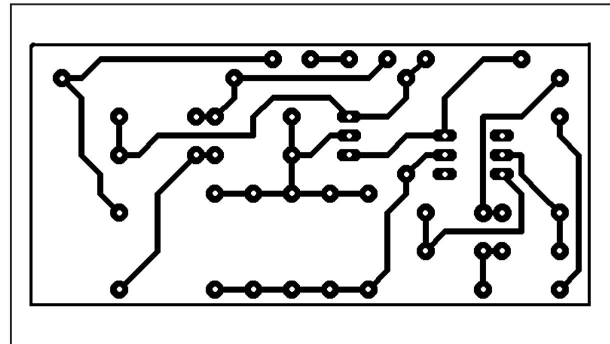


Figuur 3/8.9.13-37: De gescande print is ingelezen in Sprint Layout, de drie schalen zijn zo ingesteld dat het DIL-IC, rechts in beeld, samenvalt met het printraster.

Stap 3:
de print ontwerpen
Met de scan als basis zal het u niet veel moeite kosten om de print opnieuw te ontwerpen. U brengt eerst de pad's aan, waarbij de reeds besproken <Ctrl>-functie om het magnetisch raster te verlaten goed van pas komt. Door het ingedrukt houden van deze toets kunt u immers de pad's precies over de pad's van de scan plaatsen. Nadien legt u de track's. Uw vernieuwd printontwerp is binnen vijf minuten klaar, zie figuur 3/8.9.13-38.

Zélf macro's maken

Tekenen en saven
Hoewel de onderdelenbibliotheken zeer uitgebreid zijn, zijn er tóch onderdelen die ontbreken. Geen paniek, met Sprint Layout ontwerp u net zo snel een nieuw onderdeel als een print. Als voorbeeld gaan we een macro maken voor de bekende printuitvoering van de draaischakelaars van Lorlin en wel het model 3 x 4 standen.

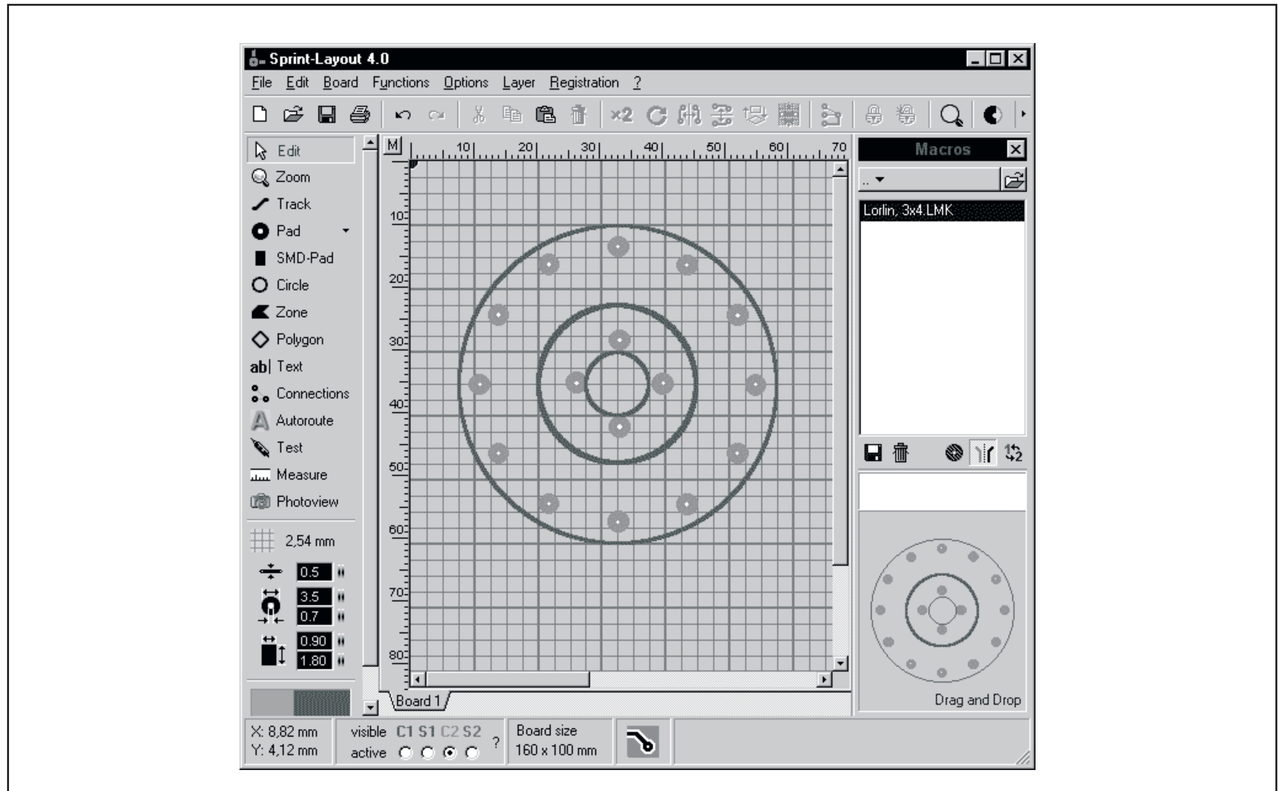


Figuur 3/8.9.13-38: Met Sprint Layout hertekent u de print in vijf minuten.

Stap 1:
nieuwe directory maken
Maak in de directory LAYOUT40/MAKROS een nieuwe directory aan voor de schakelaars, bijvoorbeeld SWITCH. Dit doet u buiten het programma met de Explorer van Windows.

Stap 2:
de schakelaar tekenen
U start met een leeg vel en zet eerst de pad's van het nieuw onderdeel op laag C2. Nadien tekent u de contouren (de outline) van het onderdeel op laag S1. In het geval van een draaischakelaar tekent u eerst met het gereedschap "Polygon" een twaalfhoek met een straal 22 mm. Zet twaalf pad's op de twaalf hoeken van deze veelhoek. Teken een tweede gecentreerde veelhoek, nu met vier hoeken en met een diameter van 8 mm. Zet op de vier hoeken pad's. Verwijder de twee veelhoeken, die heeft u immers niet meer nodig. Maak de laag S1 actief en teken drie cirkels, waarmee u de vorm van de schakelaar symboliseert. Trek nu met de muis een kader rond alle elementen, zodat deze allemaal geselecteerd worden (de kleur wordt paars).

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-39: Op deze manier maakt u een macro voor een 3 x 4 standen draaischakelaar van Lorlin, printuitvoering.

Klik met de rechter muisknop op een element en klik de optie “Build group” aan. Alle elementen van de schakelaar worden nu tot één groep verenigd.

Stap 3:
uw macro saven

Maak de macro’s actief door in het menu “Options” “Show macro library” aan te klikken. Selecteer in het macro-venster uw bibliotheek “Switches”. Maak de net ontworpen schakelaar actief door er met de linker muisknop op te klikken en klik vervolgens op het floppy pictogram in het macro-venster. Bewaar de macro van de schakelaar onder een duidelijke naam, bijvoorbeeld “Lorlin, 3x4”, in de bibliotheek “Switches”. U ziet nu de naam van uw macro in het lijstje verschijnen, zie figuur 3/8.9.13-39. U kunt nu de schakelaar naar uw printontwerp slepen, net zoals ieder ander onderdeel.

Naar de fabriek

Inleiding

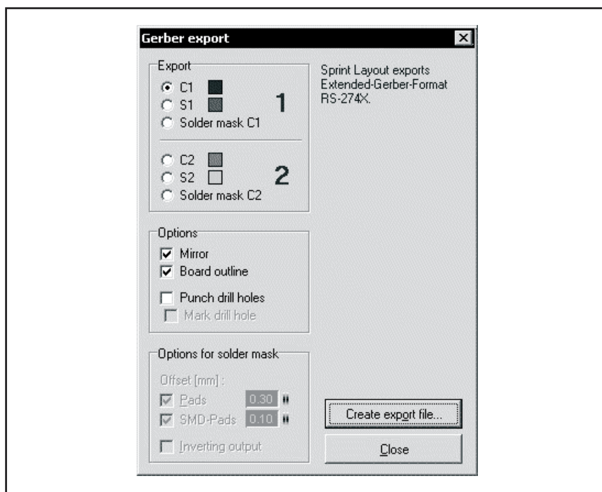
Als u voor eigen gebruik een printje ontwerpt zult u de print layout waarschijnlijk met uw inkjetprinter op transparante folie afdrukken en daarmee een stuk fotogevoelige printplaat belichten. Anders wordt het als u een printontwerp op grote schaal moet maken. Dan schakelt u een printfabrikant in. Deze moet natuurlijk de gegevens van uw print ontvangen. Hiervoor bestaan twee universele formaten:

– Gerber:
  Dit formaat beschrijft alle gegevens van één laag van uw print.

– Excellon:
  In een Excellon-bestand worden alle gegevens van de gaatjes die in uw print moeten worden geboord op een internationaal gestandaardiseerde manier opgeslagen.

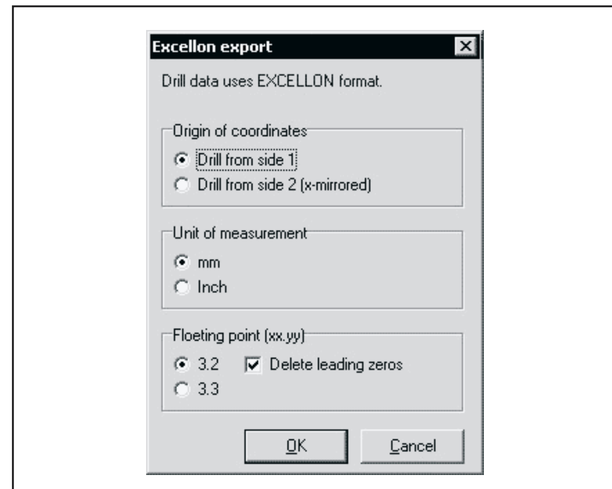
Sprint Layout versie 4.0 is in staat uw print om te zetten naar deze twee bestanden.

Export naar Gerber
Ga naar het "File"-menu en klik de optie "Export" aan. Klik vervolgens op "Gerber export". In het venster van figuur 3/8.9.13-40 selecteert u de laag die u naar Gerber wilt omzetten. Opgelet! U kunt maar één laag selecteren. Klik op "Create export file". Even later staat de laag op uw harde schijf. Herhaal de procedure met alle lagen die u naar uw printfabrikant moet sturen.



Figuur 3/8.9.13-40: Het export-venster naar Gerber.

Export naar Excellon
Op dezelfde manier exporteert u uw print naar een Excellon-bestand, zie figuur 3/8.9.13-41. De opties die u in dit venster invult, moet u eerst even kortsluiten met uw fabrikant. Met name de vraag of de "unit of measurement" mm of inch moet zijn is hierbij van belang.



Figuur 3/8.9.13-41: Het export-venster naar Excellon.

Nadere informatie

De software van Abacom wordt in Nederland en België uit voorraad geleverd door:
Vego VOF
Postbus 320124, 6370 JA Landgraaf
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.vego.nl/abacom

3/11

Basis-schakelingen met transistoren

Inhoud

3/11.4

De bipolaire transistor als LF vermogensversterker

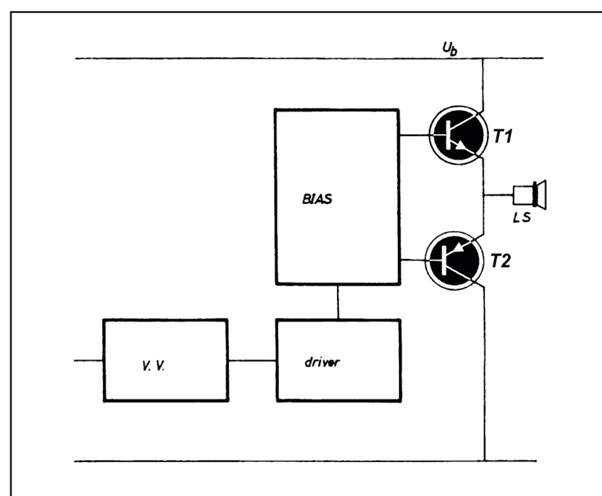
Inleiding

Als u het schema van een laagfrequent eindversterker met transistoren onderzoekt, zult u vaststellen dat er in eerste instantie weinig systeem valt te ontdekken. Transistoren, dioden, weerstanden en condensatoren zijn in een schijnbare willekeur met elkaar verbonden. Ook het proberen volgen van het signaal van in- naar uitgang zal niet lukken, omdat er diverse tegen- en meekoppelingen in het schema zijn aangebracht. Deze werken allemaal in op het signaal, zodat zelfs de logisch loop van het signaal door het schema niet te volgen is.

Toch zit er uiteraard een logisch systeem in het ontwerp van een eindversterker. In dit hoofdstuk wagen wij een poging het raadsel van de eindversterker voor u te ontrafelen.

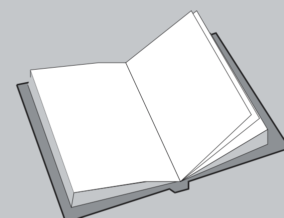
Het blokschema

Een LF-versterker eindtrap is steeds opgebouwd volgens het principe van figuur 3/11.4-1. De laatste trap is samengesteld uit de combinatie van twee transistoren T1 en T2. Bij vermogens boven de 10 W zal men steeds een cascadeschakeling van verschillende transistoren vinden, daar de driver anders niet in staat is de nodige grote basisstroom te leveren. Een biasschakeling stelt de eindtrap op de gekozen ruststroom in. De driver stuurt het LF-signaal in de basissen van de eindtransistoren.



Figuur 3/11.4-1: Het fundamenteelste blokschema van een LF eindversterker.

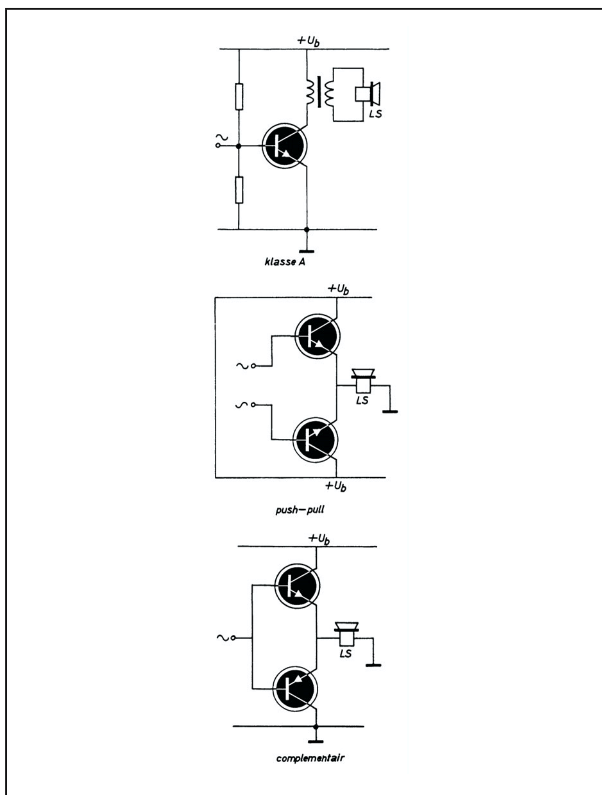
LEES OOK:
Hoofdstuk 3/3.8
Hoofdstuk 3/11.1
Hoofdstuk 3/11.2



De voorversterker VV, tenslotte, geeft de schakeling de gewenste ingangsgevoeligheid. Bij vele eindversterkers bedraagt deze 1 $V_{effectief}$. Opgemerkt moet echter worden, dat de “officiële” gevoeligheid op 0,775 $V_{effectief}$. genormaliseerd is.

De instelling van de eindtrap

In principe is het uiteraard mogelijk de eindtrap in klasse A in te stellen. Bij dit systeem, zie figuur 3/11.4-2 boven, geleidt de transistor gedurende de gehele signaalperiode. Nadeel is dat de ruststroom gelijk moet zijn aan de helft van de stroomamplitude. Het zal duidelijk zijn, dat dit bij vermogensversterkers praktisch niet realiseerbaar is, om verder nog te zwijgen over de aanpassingsmoeilijkheden tussen transistor en luidspreker én het lage rendement.



Figuur 3/11.4-2: De drie mogelijke instellingen van een LF eindversterker.

Eindtrappen worden dus steeds in klasse B ingesteld. Het algemene kenmerk van deze instelling is dat er twee actieve onderdelen worden gebruikt, die elk gedurende de helft van de signaalperiode geleiden. Vroeger werden vaak zogenaamde push-pull versterkers gebouwd, waar beide transistoren in tegenfase gestuurd moesten worden en beide NPN of PNP waren (zie middenste figuur). Daar dit een complexe sturing vereist, zal men deze trappen niet meer aantreffen.
Tegenwoordig gebruikt men enkel nog complementaire of semicomplementaire configuraties (zie onderste schema) met als algemene kenmerken:

- gebruik van NPN/PNP-combinaties;
- sturing in fase;
- kleine vervormingen;
- bias voor ruststroominstelling.

De B-instelling heeft het nadeel dat bij kleine signalen overnamevervorming gaat optreden. In de praktijk kiest men daarom meestal voor een AB-instelling, waar dit probleem wordt omzeild door een kleine ruststroom door de eindtransistoren te sturen.

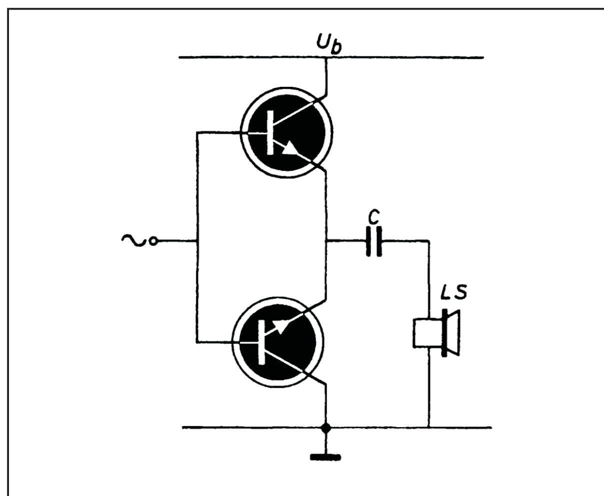
Koppeling met de belasting

Zoals uit figuur 3/11.4-2 blijkt, wordt bij de B- of AB-instelling de luidspreker verbonden met het middelpunt van de eindversterker. Nu zal het duidelijk zijn, dat dit punt op de helft van de voedingsspanning ingesteld moet worden, wil men de eindtrap volledig kunnen uitsturen. Deze gelijkspanningsinstelling mag niet beïnvloed worden door de lage gelijkstroomweerstand van de luidspreker.
Vier oplossingen zijn mogelijk:

- capacitieve koppeling;
- middelpunt koppeling;
- DC koppeling;
- brugschakeling.

11.4 De bipolaire transistor als LF vermogensversterker

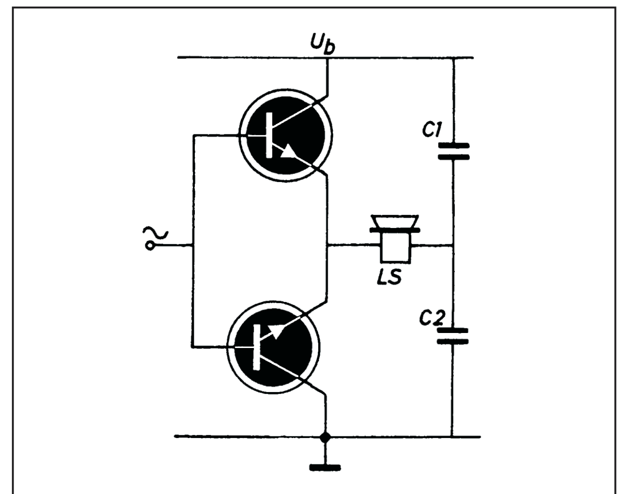
– **Capacitieve koppeling**
Bij deze koppeling wordt de luidspreker via een grote elco met het verstermiddelpunt verbonden, zie figuur 3/11.4-3. Dit systeem heeft het voordeel dat de versterker slechts één voedingsspanning U_b nodig heeft. Toch heeft deze schakeling een paar grote nadelen. Ten eerste vloeit de totale luidsprekerstroom door de condensator. Dit onderdeel moet dus van zeer goede kwaliteit zijn en in staat om de dissipatie, veroorzaakt door de stroom, te verwerken. Verder nadeel is, dat de impedantie van de condensator bij lage frequenties niet te verwaarlozen is. Er vormt zich een spanningsdeler C-LS, waardoor de weergave van de lage frequenties verzwakt wordt.



Figuur 3/11.4-3: Capacitieve koppeling tussen versterker en luidspreker.

Dit verschijnsel kan niet volledig door de terugkoppeling worden opgevangen. Het grootste bezwaar van deze schakeling is wel, dat de condensator vooral bij de lage frequenties faseverschuivingen veroorzaakt in het terugkoppelingspad. Hierdoor gaat bij lage frequenties de vervorming sterk toenemen.
Enig voordeel is de economische opbouw, reden waarom men deze schakeling in de meeste goedkope commerciële versterkers aantreft.

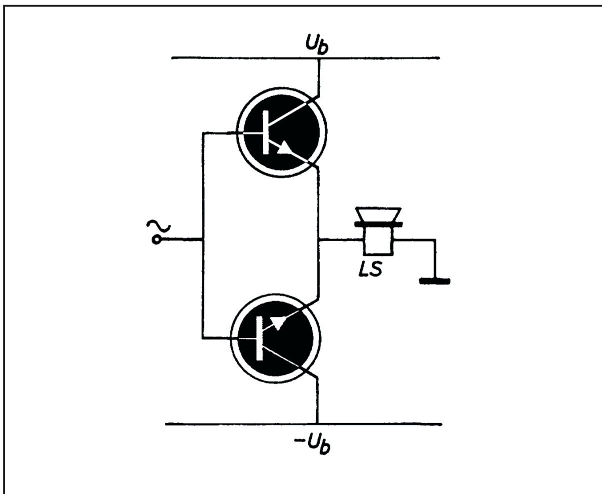
– **Middelpunt koppeling**
In figuur 3/11.4-4 is een variant getekend. De twee condensatoren moeten dezelfde waarde hebben, maar kunnen wel de helft kleiner zijn als de ene C van figuur 3/11.4-3. Bovendien kan de combinatie C1 + C2 gebruikt worden als afvlakelco voor de voedingsspanning.



Figuur 3/11.4-4: De zogenoemde middelpunt koppeling.

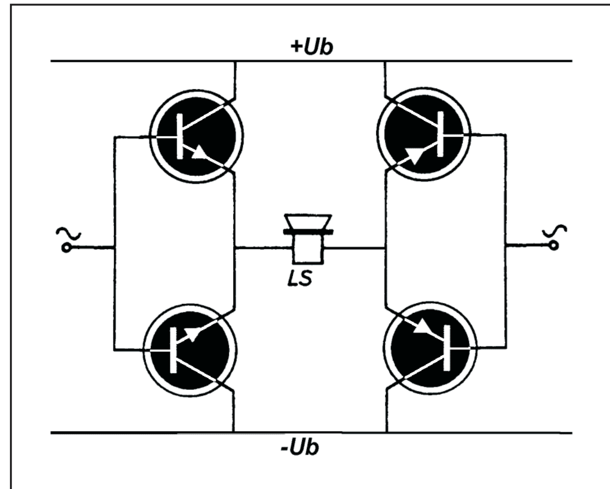
– **DC koppeling**
Het ideaal is getekend in figuur 3/11.4-5. De luidspreker is rechtstreeks gekoppeld met de eindtrap. Nadeel is echter dat de versterker twee symmetrische voedingsspanningen vraagt. Dit systeem stelt wel zeer hoge eisen aan de gelijkspanningsstabiliteit van de versterker. Iedere gelijkspanning op het knooppunt van de twee eindtransistoren, hoe klein ook, zal

een zeer grote stroom door de spoel van de luidspreker veroorzaken. In het ongunstigste geval zal de spreekspoel van de luidspreker hierdoor doorbranden.



Figuur 3/11.4-5: Het principe van DC koppeling vereist twee symmetrische voedingsspanningen.

– **Brugschakeling**
  In figuur 3/11.4-6 is een moderne koppeling tussen luidspreker en eindversterker voorgesteld. Bij deze brugschakeling zit de luidspreker tussen twee identieke, maar symmetrische complementaire eindtrappen. Het grote voordeel van deze configuratie is dat er een maximaal vermogen uit de beschikbare voedingsspanning naar de luidspreker wordt gestuurd. Vandaar dat men deze brugschakeling voornamelijk aantreft bij eindversterkers die met een lage spanning worden gevoed, zoals versterkers voor auto's. Nadeel is dat de twee eindtrappen met signalen worden gestuurd die ***in tegenfase*** zijn. Als het signaal aan de ene ingang stijgt, dan moet het signaal aan de tweede ingang dalen. Er moet dus een extra trap worden ingelast, die het signaal 180° in fase draait.

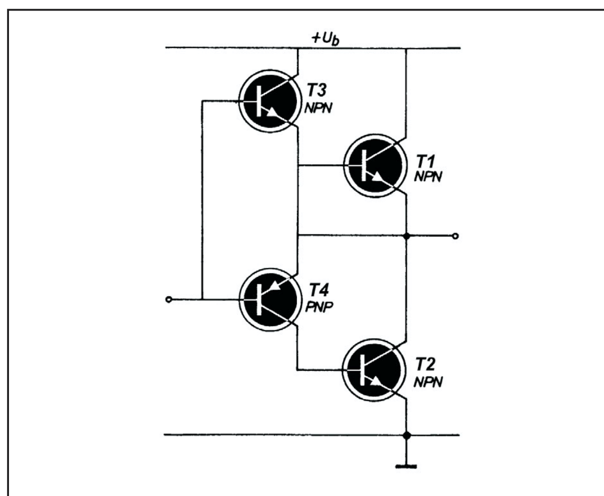


Figuur 3/11.4-6: De brugschakeling die het maximale vermogen uit de beschikbare voedingsspanning haalt.

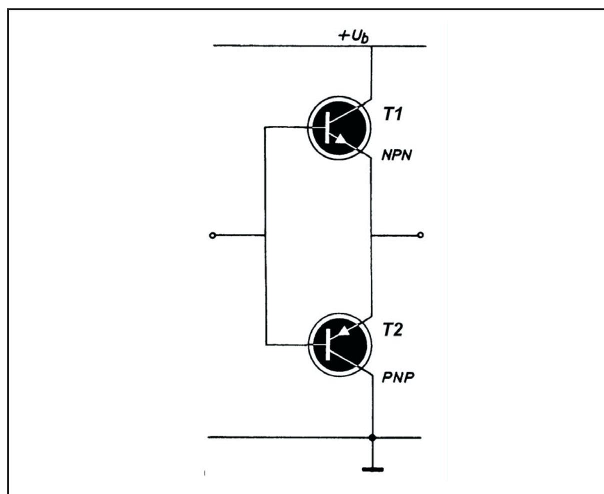
Verschillende soorten van AB-instelling
In principe bestaan er vier mogelijkheden om een eindtrap in AB-instelling te configureren:
- quasi-complementaire eindtrap;
- Si/Ge-combinatie;
- silicium complementaire trappen;
- NPN/PNP-combinatie.

– **De quasi-complementaire eindtrap**
  De quasi-complementaire eindtrap van figuur 3/11.4-7 stamt uit het germanium tijdperk. Hij kenmerkt zich door het gebruik van transistoren met dezelfde polariteit in de eindtrap (T1-T2). Bij germanium is dit PNP, bij silicium NPN. Deze keuze is gebaseerd op het feit dat halfgeleiders van de andere polariteit bij de verschillende grondstoffen duurder zijn. De stuurtrap (T3-T4) is wel complementair. Dit systeem heeft als nadeel dat het ingangssignaal verschillende im-

pedanties “ziet” bij de negatieve en positieve halve sinus van het stuursignaal. Bij de positieve halve sinus bevinden zich twee basis/emitter-overgangen tussen in- en uitgang, bij de negatieve slechts één. Door deze ongelijkmatige belasting kunnen signaalvervormingen ontstaan.



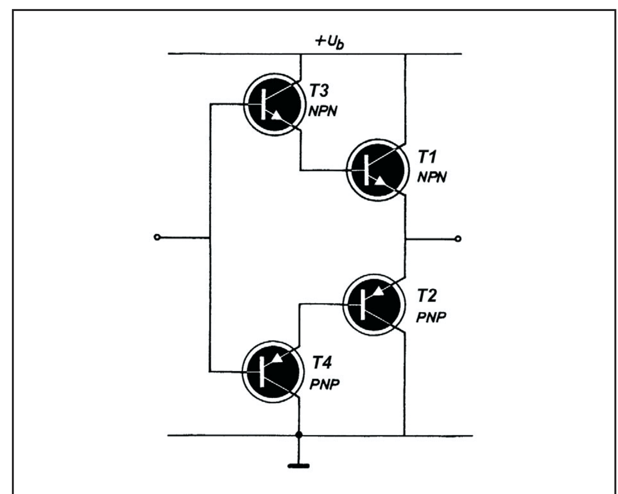
Figuur 3/11.4-7: De quasi-complementaire eindtrap.



Figuur 3/11.4-8: Een complementaire Si/Ge-combinatie.

– **Si/Ge-combinatie**
Een voor de hand liggende oplossing is gegeven in figuur 3/11.4-8. Men combineert een goedkope NPN silicium transistor met een goedkope PNP germanium transistor en heeft een volwaardige complementaire eindtrap. Helaas heeft deze combinatie enige zwakke punten. Ten eerste hebben de transistoren een verschillende U_{be} (0,3 V voor Ge, 0,7 V voor Si), waardoor de sturing weer niet symmetrisch is. Ten tweede zijn de temperatuurkarakteristieken van de halfgeleiders niet gelijk, waardoor het denkbaar wordt dat de versterker onder extreem zware werkingscondities op hol slaat.

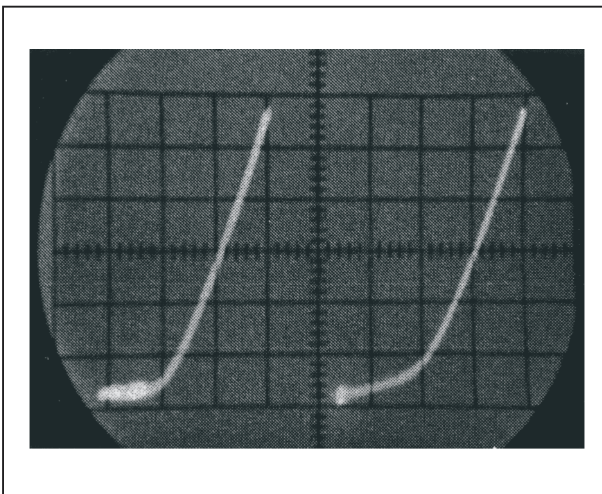
– **Silicium complementaire trappen**
Om al deze redenen wordt in de moderne versterkertechnologie de voorkeur gegeven aan silicium complementaire trappen. In figuur 3/11.4-9 is de gebruikelijke Darlington configuratie getekend.



Figuur 3/11.4-9: De silicium complementaire trappen.

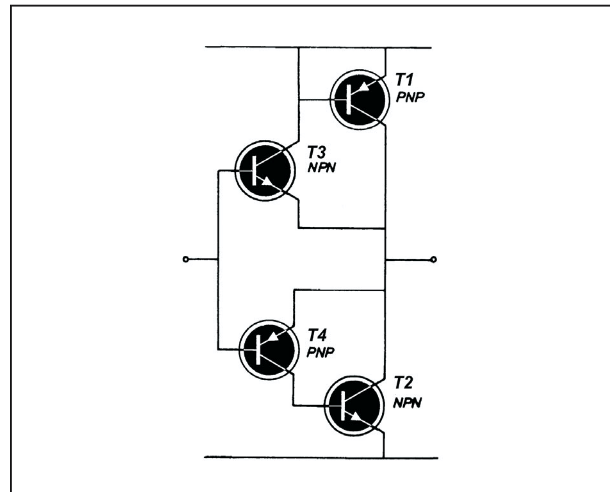
De eindtransistoren T1 en T2 worden gestuurd door gelijksoortige middelvermogen halfgeleiders T3 en T4. Tussen in- en uitgang staan steeds twee basis/emitter-overgangen. De

transistoren zijn als emittervolger geschakeld. Het nadeel van dit systeem wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 3/11.4-10. Hierop wordt de basis/emitter-spanning in functie van de collectorstroom van een gewone transistor en een Darlington vergeleken. Duidelijk blijkt, dat de dode zône bij deze laatste groter is, maar dat bovendien de geleidingsknik minder scherp is en de helling van de karakteristiek enigszins groter. Al met al een heleboel nare eigenschappen, die de Darlington van de ereplaats op het podium weerhoudt.



Figuur 3/11.4-10: Vergelijking van de basis/emitter-spanningen van een gewone transistor (links) en van een Darlington.

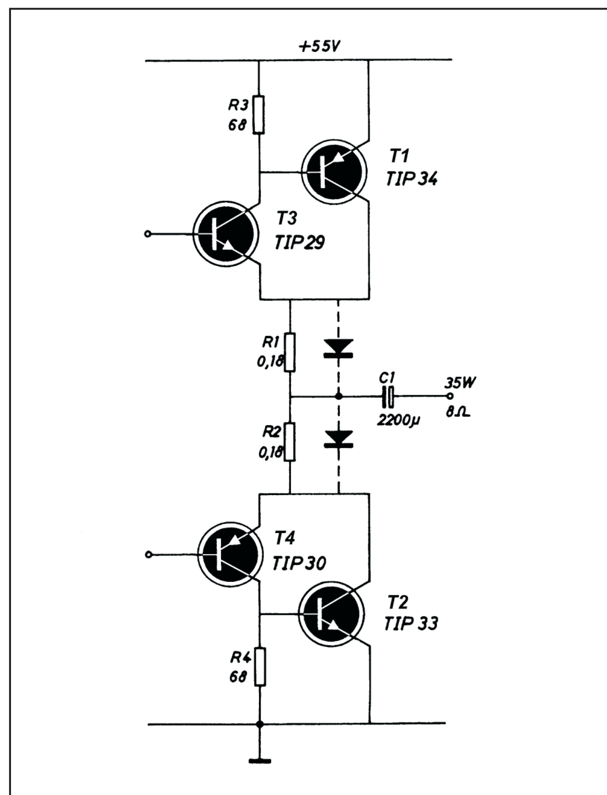
– **De NPN/PNP-combinatie**
In figuur 3/11.4-11 wordt de beste eindtrap voorgesteld. Iedere helft is opgebouwd uit een NPN-PNP combinatie. Deze schakeling kenmerkt zich door een grote openlus-versterking: de versterkingsfactoren van beide halfgeleiders worden vermenigvuldigd. Door een interne terugkoppeling is de reële spanningsversterking gelijk aan één. Door deze grote terugkoppeling wordt de lineaire werking bij kleine ingangssignalen bevorderd.



Figuur 3/11.4-11: De NPN/PNP-combinatie.

Een praktische eindtrap
In figuur 3/11.4-12 is de eindtrap getekend van een door Texas Instruments ontwikkelde versterker. De weerstanden R1 en R2 hebben een dubbele functie. Ze stabiliseren de ruststroom: stel dat door temperatuurstijging de stroom door T1 toeneemt. De grotere spanningsval over R1 vermindert de U_{be} van T3, waardoor de combinatie T3-T1 minder gaat geleiden. Op wisselstroomgebied compenseert deze weerstandstegenkoppeling de a-lineariteiten van de transistoren.
Vooral bij de hoogvermogenversterking worden soms Si-dioden over beide weerstanden geschakeld. Op deze manier kan de signaalspanningsval over de weerstanden tot 0,7 V beperkt worden, waardoor het vermogen toeneemt.
De weerstanden R3 en R4 rekenen af met de zogenaamde secundaire cross-over vervorming. Als het uitgangssignaal negatief wordt, gaan de transistoren T3 en T1 sperren.

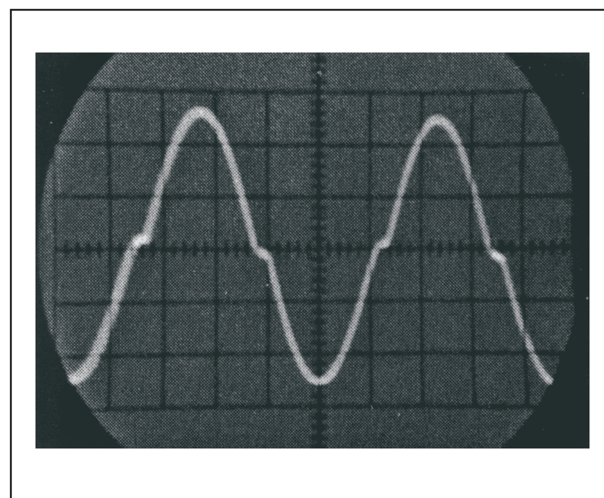
11.4 De bipolaire transistor als LF vermogensversterker



Figuur 3/11.4-12: Een praktische 35 W eindtrap, volgens de basisschakeling van figuur 3/11.4-11.

Zonder weerstand R3 kan de in de basis van T1 aanwezige lading niet afvloeien. Het gevolg is dat de transistor langer blijft geleiden dan 180°. Daar hetzelfde geldt voor T2, ontstaan pieken op de uitgangsspanning bij de nuldoorgang. De weerstanden R3 en R4 vormen een geleidingspad voor de in de basis opgeslagen ladingsdragers, zodat de transistoren op tijd sperren en in geleiding komen.
Een bijkomend voordeel is dat de dissipatie in de eindtransistoren vermindert en de HF-weergave verbetert.

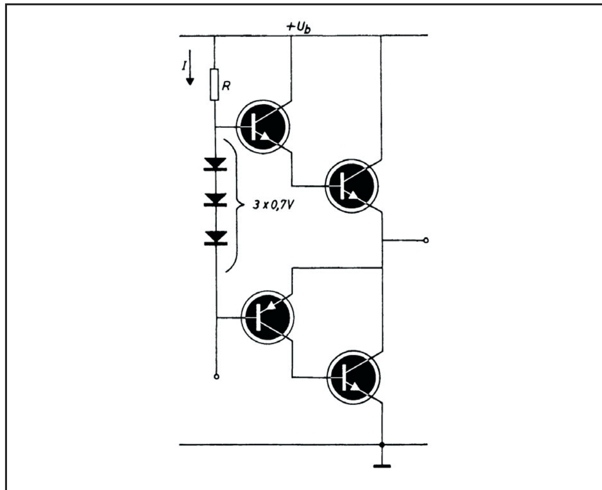
De bias van de eindtrap
Zoals reeds gezegd kent iedere transistor een "dode zône" die bij silicium 0,7 V groot is. Als er geen ruststroom door de versterker vloeit zal het uitgangssignaal bij de nuldoorgang vervormen. Dit is in figuur 3/11.4-13 overdreven voorgesteld. De grootte van de ruststroom moet zo worden gekozen, dat de eindtransistoren in rust boven de knie zijn ingesteld. In de praktijk plaatst men een kleine constante spanning tussen de basis van beide eindcombinaties.



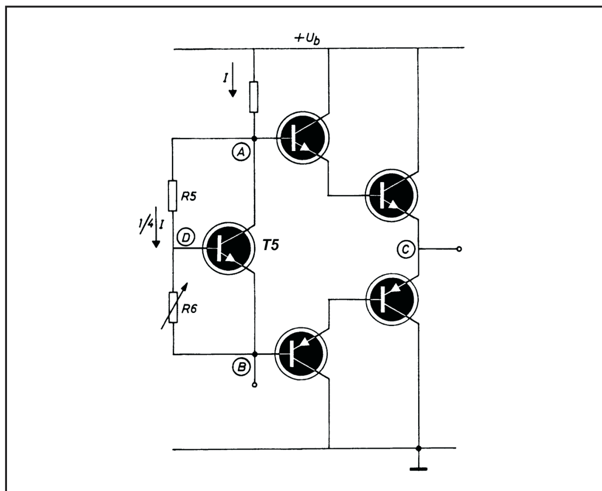
Figuur 3/11.4-13: Hoe een eindtrap zonder bias reageert op een onvervormde sinusspanning.

Het instellen van een ruststroom door de eindtrappen noemt men de "bias" van de versterker.
De eenvoudigste methode van figuur 3/11.4-14 maakt gebruik van enige in voorwaartse richting gepolariseerde siliciumdioden. Over iedere diode valt ongeveer 0,7 V. Er zijn net zoveel dioden nodig, als er B/E-overgangen tussen in- en uitgang staan. Het nadeel schuilt in het woordje "ongeveer" in de vorige zin. Iedere transistor en iedere diode heeft een eigen U_{be}, die weliswaar rond 0,7 V ligt, maar toch niet identiek is aan de spanning van de overige in de schakeling gebruikte halfgeleiders. Gevolg is dat er kleine misaanpassingen kunnen ontstaan, waardoor de ruststroom net iets te

groot of te klein wordt voor minimale vervorming.



Figuur 3/11.4-14: Een eenvoudige bias-schakeling met Si-dioden.

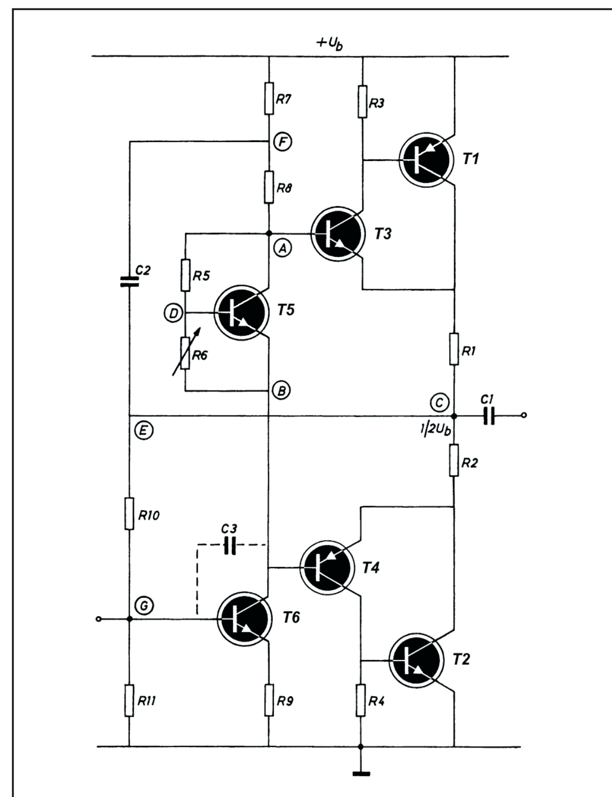


Figuur 3/11.4-15: De standaard toegepaste schakeling voor het instellen van de bias.

Een veel betere methode is geschetst in figuur 3/11.4-15. De collectorstroom van een transistor T5 kan door middel van een basisspanningsdeler R5-R6 over een breed bereik ingesteld worden. De spanning tussen de punten A en B, die de bias van de eindtrap verzorgt kan bijgevolg van versterker tot versterker individueel worden afgeregeld op minimale cross-over vervorming.

De driver trap

Bij bestudering van verschillende versterkerschema's stelt men vast dat bij de drivertrap niet veel variaties worden gebruikt. Het schema van figuur 3/11.4-16 wordt algemeen toegepast.



Figuur 3/11.4-16: Een praktische schakeling waaruit de integratie van de drivertrap T6 in de schakeling van de eindtrappen duidelijk wordt.

De drivertransistor T6 is in klasse A ingesteld door middel van een basisweerstandsdeler R10-R11. Er is niets op tegen om deze spanningsdeler te voeden uit de voedingsspanning U_b. Meestal wordt deze deler evenwel aangesloten op het middelpunt (E-C) van de versterker. Er

11.4 De bipolaire transistor als LF vermogensversterker

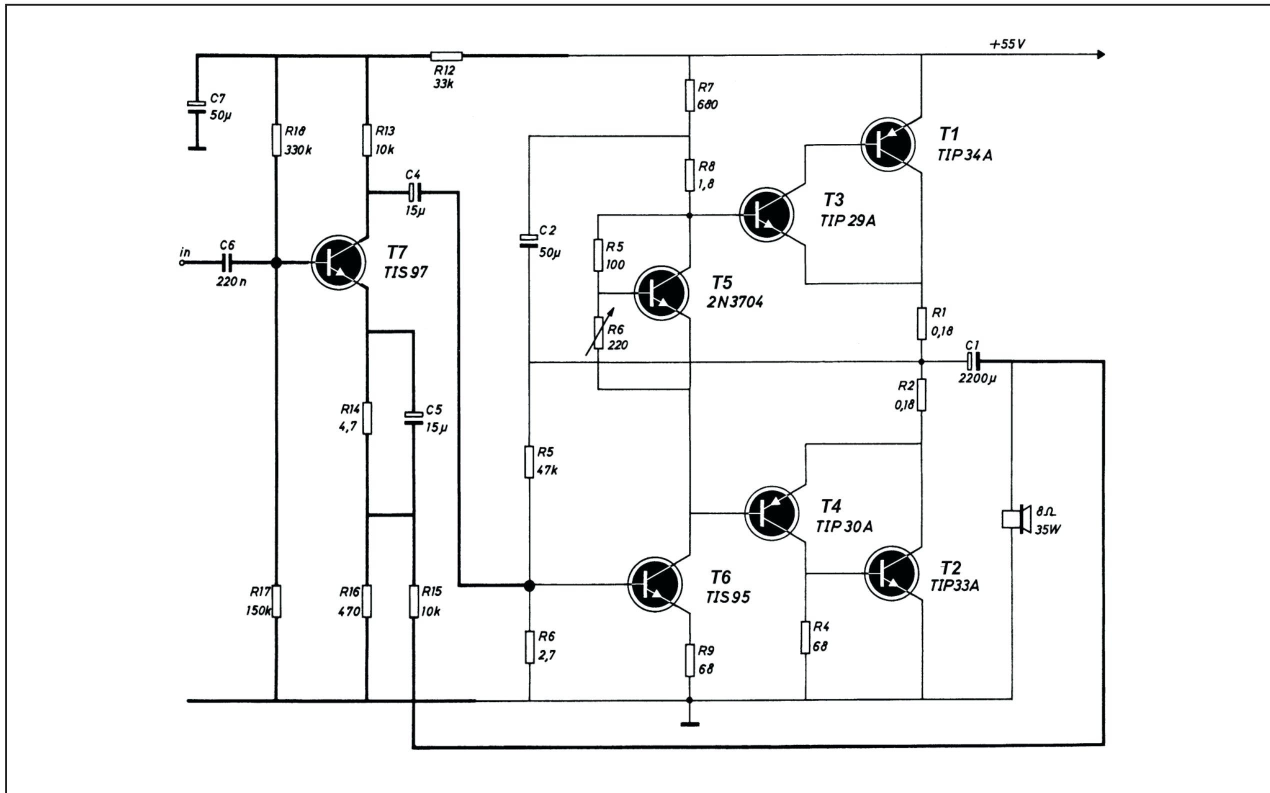
ontstaat dan een terugkoppeling C-E-G. Op gelijkspanningsgebied verzorgt deze terugkoppeling de instellingsstabilisatie van de eindtrap. Als de spanning op punt C om een of andere reden zou stijgen, zal eveneens de spanning op de basis van T6 toenemen. Deze transistor geleidt meer, waardoor de spanning op punt A daalt. De combinatie T3-T1 geleidt minder, waardoor de spanning op C daalt. Op wisselspanningsgebied draagt de tegenkoppeling bij aan een linearisering van de werking, zodat de vervorming daalt. Uiteraard zal de versterking afnemen.

Bootstrapping
Condensator C2 is een zeer belangrijk onderdeel. Stel dat de versterker maximaal positief uitgestuurd wordt. De spanning op punt C zal dan zeer dicht bij de voedingsspanning liggen. Punt A moet deze spanning volgen. Het zal duidelijk zijn dat de spanningsreserve over R7 en R8 in deze situatie zeer klein is. Gevolg is dat transistor T3 niet volledig uitgestuurd kan worden, waardoor de versterker gaat begrenzen. Door condensator C2 wordt de spanning op punt F evenwel groter dan de voedingsspanning, zodat er genoeg spanning over R8 ontstaat om de transistoren uit te sturen. Momenteel is $U_F = U_C + U_{C2}$. De spanning over de condensator wordt dus opgeteld bij de spanning op punt C, zodat het inderdaad zo is dat punt F tijdelijk op een spanning komt te staan die hoger is dan de voedingsspanning. Als voor C2 een grote elco gekozen wordt, zal de volledige uitsturing van de bovenste helft van de eindtrap eveneens voor lage frequenties verzekerd blijven.
Dit opvoeren van de spanning in een punt van de schakeling boven de voedingsspanning staat bekend onder de naam **bootstrapping**, reden waarom condensator C2 de bootstrapcondensator wordt genoemd. Uit het verloop van de kring C-E-F volgt dat C2 eveneens voor een wisselspanningsmeekoppeling zorgt, waarvan de grootte wordt bepaald door de waarde van de weerstanden R7 en R8. Meestal worden deze onderdelen zo gekozen, dat het versterkerverlies door de tegenkoppeling C-E-G door de meekoppeling C-E-F wordt gecompenseerd.

Hoogfrequent oversturing
Bij vele ontwerpen treft men een kleine condensator C3 aan tussen basis en collector van T6. Dit kleine, maar oh zo belangrijk onderdeeltje beschermt de versterker tegen vernieling bij hoogfrequent oversturing. Onder deze omstandigheden kan het namelijk voorkomen dat T1 nog in geleiding is als T2 met geleiden begint, dit door de traagheid waarmee de ladingsdragers van de basis van T1 afvloeien. Gevolg is dat er een zeer grote stroom door de eindtrap vloeit, waardoor de halfgeleiders veel te warm worden. Condensator C3 begrenst de versterking voor de hoge frequenties op een veilige waarde.

De totale versterker
In figuur 3/11.4-17 is het volledig schema getekend van de eerder genoemde TI-versterker. Het gedeelte dat nog niet besproken is, is vet getekend. Transistor T7 is een normaal ingestelde signaaltransistor. Het netwerkje R12-C7 ontkoppelt de voedingspanning voor deze trap. Bij deze versterker is de voorversterker, via condensator C4, wisselspanningsgekoppeld met de rest van de schakeling.

11.4 De bipolaire transistor als LF vermogensversterker



Figuur 3/11.4-17: Het volledig schema van een 35 W versterker.

Soms is ook deze verbinding galvanisch, zodat dan de gehele versterker gelijkspanningsgekoppeld is.

De over-all versterking van de schakeling wordt bepaald door de signaaltegenkoppeling via R15 en R16. Met de keuze van deze onderdelen moet een compromis tussen “minimale vervorming - lage gevoeligheid” en “grote vervorming - hoge gevoeligheid”, ingesteld worden.

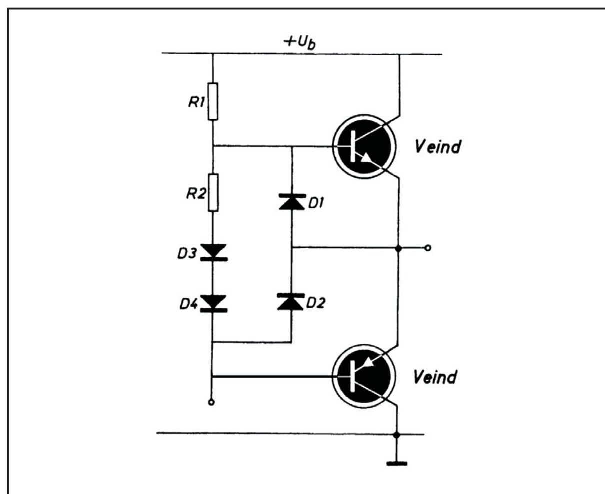
Kortsluitbeveiliging van eindversterkers

Door de vele tegenkoppelingen, die in iedere eindversterker zijn ingebouwd, wordt de uitgangsimpedantie van de schakeling zeer laag. Dit heeft tot gevolg dat zelfs de kortste kortsluiting meestal het sneuvelen van de eindtransistoren tot gevolg heeft. Er zijn dan ook talrijke beveiligingsschakelingen uitgewerkt, waarvan de drie eenvoudigste en meest gebruikte in deze paragraaf worden besproken.

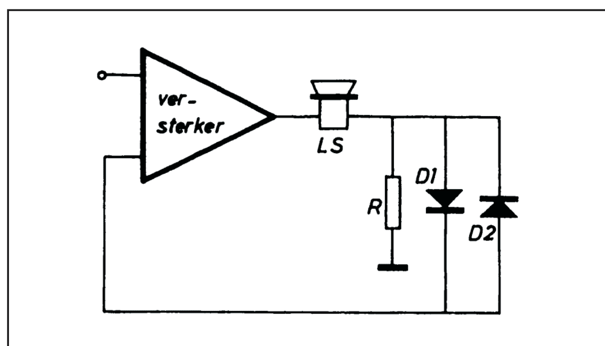
In figuur 3/11.4-18 gaat men uit van het principe dat bij overbelasting van de versterker de stuurstroom van de eindtrap toeneemt. De signaalspanning over de biaselementen R2, D3 en D4 wordt dan groter dan normaal. De dioden D1 en D2 begrenzen deze spanning evenwel op een veilige waarde. De uitsturing van de eindtransistoren wordt dus eveneens op een veilige waarde begrensd.

In figuur 3/11.4-19 is een kleine stroomsensorweerstand in serie met de luidspreker opgenomen. De dioden D1 en D2 zijn in een tegenkoppeling verweven. Als de versterker normaal wordt gestuurd, blijft de spanning over de weerstand kleiner dan 0,7 V. De dioden sperren en hebben een zeer hoge impedantie.

11.4 De bipolaire transistor als LF vermogensversterker



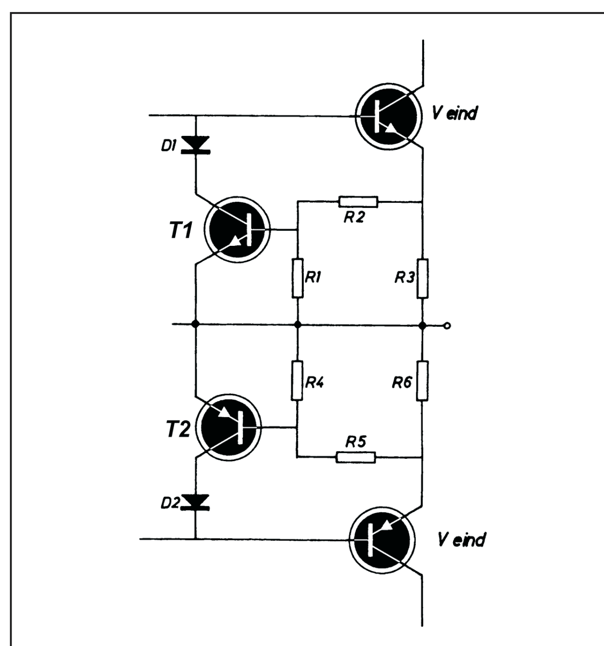
Figuur 3/11.4-18: Een schakeling voor het beveiligen van de eindtrap.



Figuur 3/11.4-19: Beveiliging door middel van een stroomsensorweerstand in de luidsprekerleiding.

Treedt een kortsluiting of overbelasting op, dan stijgt de spanning over de weerstand, de dioden gaan geleiden. Hun impedantie wordt zeer laag. De versterker wordt nu zeer sterk tegengekoppeld, waardoor de versterkingsfactor zeer laag wordt. De uitsturing vermindert, waardoor de versterker opnieuw in het veilige gebied wordt ingesteld. Deze beveiliging kan evenwel niet bij alle versterkers worden toegepast. De capaciteit van de sperrende dioden kan aanleiding geven tot HF-oscillaties of -instabiliteiten. Het gebruik van capaciteitsarme dioden is dus noodzakelijk.

De schakeling van figuur 3/11.4-20 is de beste. Hier is in iedere emitterleiding een stroomsensor opgenomen. Als de spanning over een van die weerstanden te groot wordt, zal een van de transistoren T1-T2 gaan geleiden, waardoor de sturing van de bijbehorende eindtransistor vermindert. De dioden D1 en D2 verhinderen dat de basis/collector-overgangen van de begrenzingstransistoren onder normale omstandigheden in doorlaat ingesteld worden, waardoor signaalvervormingen zouden ontstaan.

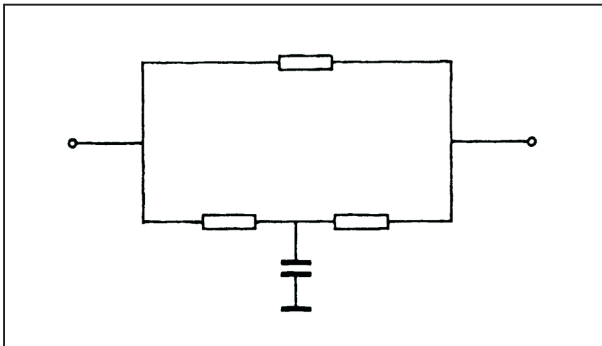


Figuur 3/11.4-20: De beste schakeling voor het beveiligen van de eindtransistoren.

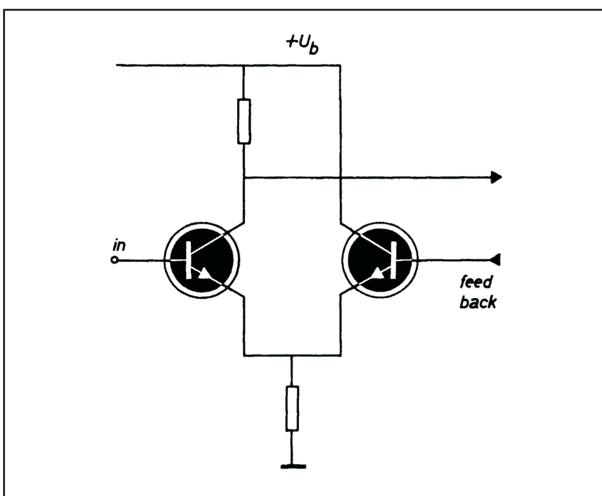
Slotopmerkingen

In het voorgaande is gepoogd een handleiding samen te stellen, waarmee het schema van iedere eindtrap ontleedt kan worden. Uiteraard zal iedere versterkerontwerper er een erezaak van maken zijn geesteskind iets individueels mee te geven. Dat dit soms aanleiding geeft tot zeer ingewikkelde en bizarre schakelin-

gen, zal duidelijk zijn. Of dit de kwaliteit en de reproduceerbaarheid van het ontwerp ten goede komt is zeer de vraag. Enige variaties mogen in dit overzicht toch niet ontbreken.
Als de voorversterker gelijkspanningsgekoppeld is met de rest van de schakeling, wordt de terugkoppellus meestal volgens figuur 3/11.4-21 opgebouwd. De bovenste weerstand zorgt voor de signaalterugkoppeling, de onderste onderdelen verzorgen de DC-stabilisatie.

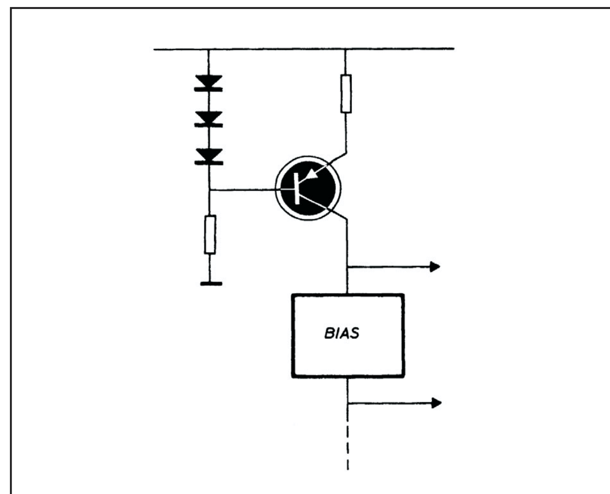


Figuur 3/11.4-21: De uitgebreide terugkoppellus bij DC-gekoppelde voorversterkers.



Figuur 3/11.4-22: In het betere soort eindversterkers wordt de ingangsversterker uitgevoerd als verschilversterker.

Soms wordt de ingangsversterker volgens figuur 3/11.4-22 als verschiltrap uitgevoerd. Aan de ene transistor komt het ingangssignaal, de andere verwerkt de terugkoppeling. Deze schakeling heeft een hoge ingangsimpedantie, die onafhankelijk is van de terugkoppeling.
Tenslotte wordt de bootstrapkring in sommige ontwerpen vervangen door een stroombron, zie figuur 3/11.4-23. De driver krijgt daardoor een zeer hoge collectorimpedantie, waardoor de versterking toeneemt.



Figuur 3/11.4-23: Het vervangen van de bootstrap condensator door een constante stroombron.

4/8

Auto-elektronica

Inhoud

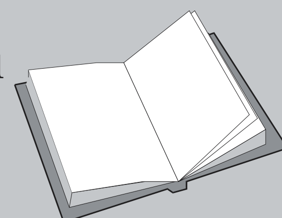
4/8.28

Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

Inleiding
In hoofdstuk 4/14.71 (aanvulling 110) is een LED-meter beschreven die universeel toepasbaar is. In dít hoofdstuk wordt deze basisschakeling uitgebreid met een klein extra printje, waardoor u met het geheel de conditie van uw accu kunt meten. Deze toepassing beschrijft een zeer eenvoudige schakeling die de grootte van de accuspanning aangeeft op de LED-kolom van de uitleesprint.
Het handige van het apparaatje is, dat het meetbereik van de uitlezing loopt van kleiner dan 9 V (eerste LED) tot groter dan 16,5 V (laatste LED). Alleen het in de praktijk bruikbare deel van de schaal wordt dus gebruikt. De schaal van de meter kan uitgerekt worden, wat de nauwkeurigheid ten goede komt. Iedere LED reageert op een halve volt spanningsverschil aan de ingang van de schakeling. De indeling van de schaal van 9 V tot 16,5 V heeft als verder voordeel, dat door middel van twee verschillende kleuren LED's aangegeven kan worden of de accuspanning goed dan wel verdacht is. De eerste vier LED's van de uitlezing zijn rood. Deze geven aan dat de accuspanning kleiner is dan 10,5 V. Het bereik dat door de acht volgende LED's wordt gedekt is het normale spanningsgebied van een accu, zodoende worden hiervoor groene LED's gebruikt. De vier laatste LED's zijn weer rood, omdat deze halfgeleiders reageren op accuspanningen, die ontstaan door te hoge lading van de batterij.
De schakeling is ondergebracht op een printje met dezelfde afmetingen als dat van de uitleesprint. Het geheel kan dus tot een compact apparaatje samengebouwd worden.

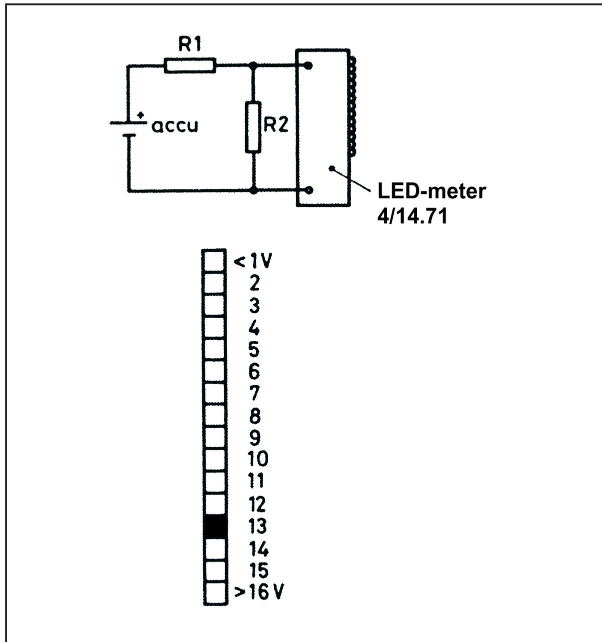
Het onderdrukte nulpunt
In figuur 4/8.28-1 is de meest eenvoudige methode getekend om door middel van de LED-meter van hoofdstuk 4/14.71 de grootte van een accuspanning te kunnen meten. Door middel van een spanningsdeler R1-R2 wordt de te meten spanning gereduceerd tot ze binnen de meetgrenzen van de UAA170-schakeling valt. De gevoeligheid van de meter is immers 5 V, zodat we de accu-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/12.2
Hoofdstuk 4/8.5
Hoofdstuk 4/8.16
Hoofdstuk 4/8.24
Hoofdstuk 4/14.71



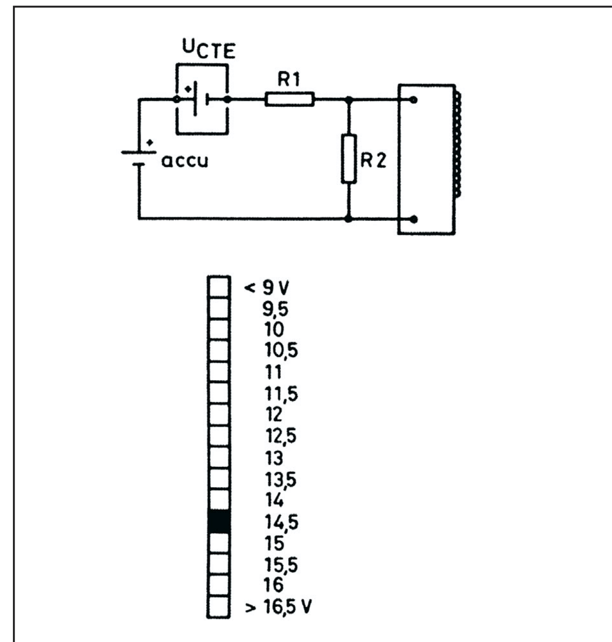
8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

spanning meer dan een factor drie moeten verkleinen.



Figuur 4/8.28-1: De “normale” manier waarop een gelijkspanningsmeter op een meetspanning wordt aangesloten.

De ijking van de 16 LED’s is in dezelfde figuur getekend. Het spanningsbereik loopt van kleiner dan 1 V tot groter dan 16 V, zodat iedere LED reageert op 1 V spanningsvariatie.
Omdat echter de spanning over de accuklemmen nooit kleiner wordt dan 10 V, zullen de eerste negen LED’s van de uitlezing nooit branden. Dat is natuurlijk zonde en vandaar dat gezocht moet worden naar een systeem, waarbij het nuttige bereik van de uitlezing wordt uitgesmeerd over alle lichtgevende dioden. Dat noemt men het “onderdrukken van het nulpunt”.
Het principe van deze schakeling is getekend in figuur 4/8.28-2. Bij deze schakeling wordt de te meten accuspanning niet rechtstreeks aan een spanningsdeler aangeboden. Tussen de accu en de deler staat, zo lijkt het, een tweede accu, U_{CTE} genoemd. Dat is de schematische voorstelling van een constante gelijkspanning. Deze spanning staat in serie met onze accu en wel zo, dat de pluspool van de accu verbonden is met de positieve aansluiting van deze constante spanning. Aan de spanningsdeler R1-R2 wordt dus nu het spanningsverschil tussen de accuspanning en de constante spanning U_{CTE} aangeboden.



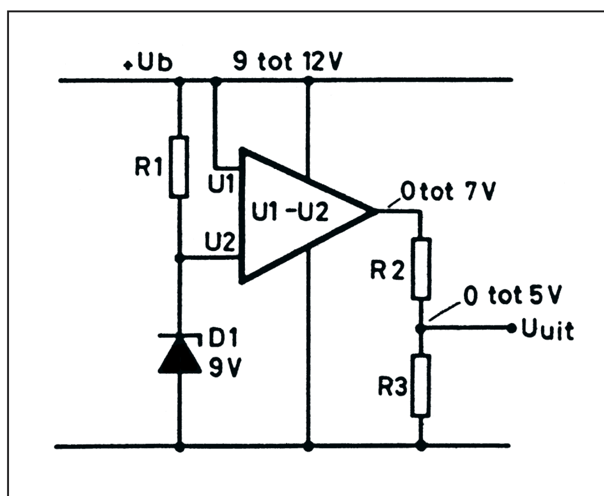
Figuur 4/8.28-2: Het meetsysteem met onderdrukt nulpunt. Door van de te meten spanning een vast bedrag af te trekken ontstaat een meterschaal die start bij de waarde van de “aftrekspanning”.

As we U_{CTE} gelijk stellen aan 9 V, dan zal er van de waarde van de accuspanning steeds een vast bedrag van 9 V afgetrokken worden vooraleer zij gemeten wordt. Met andere woorden: is de spanning over de accu gelijk aan 9 V, dan zal er

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

over de spanningsdeler 9 V minus 9 V, is 0 V, staan. Is de accuspanning gelijk aan 16 V, dan zal de spanningsdeler maar 7 V te verwerken krijgen. Als we nu de spanningsdeler zo berekenen dat de 0 V tot 7 V omgevormd wordt tot 0 V tot 5 V aan de ingangsklemmen van de LED-meter, dan zal de schaal er uitzien zoals getekend in figuur 4/8.28-2.

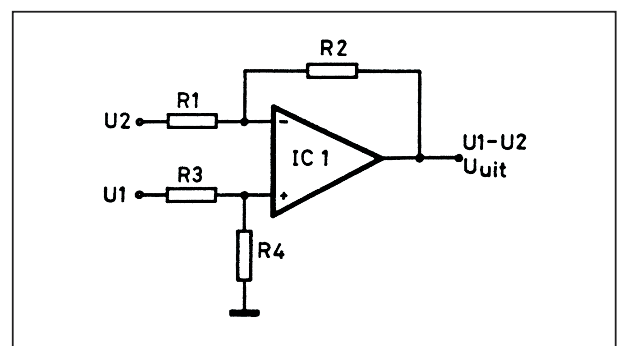
Het principe van de schakeling
Het op te lossen probleem kan als volgt omschreven worden. Een spanning, die kan variëren tussen 9 V en 16 V, moet omgevormd worden tot een spanning, die schommelt tussen 0 V en 5 V. Zoals reeds geschreven in de eerste paragraaf, kan men deze transformatie oplossen door eerst 9 V van de accuspanning af te trekken en nadien de overblijvende 0 V tot 7 V te reduceren tot 0 V tot 5 V. Het principeschema is getekend in figuur 4/8.28-3.



Figuur 4/8.28-3: Het principeschema van de schakeling.

Het hart van de schakeling is een driehoekje die de rekenkundige bewerking "aftrekken" toepast op twee gelijkspanningen. Aan een van de ingangen van deze schakeling wordt de accuspanning $+U_b$ aangesloten (U_1). De tweede ingang wordt ingesteld op een vaste spanning van 9 V door middel van een weerstand R1 en een zenerdiode D1 . De schakeling berekent steeds het verschil tussen de accuspanning en de 9 V zenerspanning. Aan de uitgang van die trap ontstaat zodoende een spanning van 0 V tot 7 V. Door middel van de spanningsdeler R2-R3 wordt die waarde teruggebracht tot 0 V tot 5 V. Deze uitgangsspanning kan dan gemeten worden door de LED-meter. Het geheimzinnige driehoekje is niets anders dan een verschilversterker die op een heel eenvoudige manier met een op-amp kan worden opgebouwd.

De verschilversterker
De basisopzet van deze niet zo vaak toegepaste schakeling is getekend in figuur 4/8.28-4.

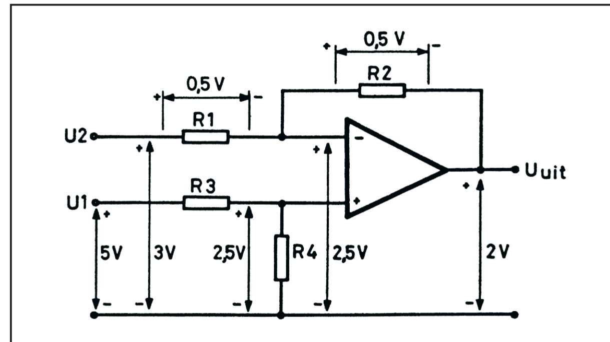


Figuur 4/8.28-4: Het basisschema van een verschilversterker met een op-amp.

Het hart van de schakeling is een operationele versterker IC1. Meestal wordt zo'n achtpoot gebruikt met slechts één ingangsspanning. Deze spanning gaat dan naar de inverterende of naar de niet-inverterende ingang, afhankelijk van de toepassing. De andere ingang van

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

de op-amp wordt dan opgenomen in een terugkoppeling of ligt op een vaste spanning. Bij de verschilversterker worden aan beide ingangen van de op-amp ingangsspanningen aangeboden.
Om de ene spanning van de andere af te trekken worden vier weerstanden ingeschakeld. Deze vier weerstanden moeten even groot zijn. Is dat het geval, dan zal de op-amp de bewerking:
$U_{uit} = U_1 - U_2$
uitvoeren. Uit deze vergelijking volgt, dat de spanning die aan de inverterende ingang wordt aangeboden wordt afgetrokken van de spanning op de niet-inverterende ingang.
Misschien wordt nu duidelijk, waarom men die ingangen meestal aanduidt met de symbolen + en - . De spanning op de negatieve ingang wordt afgetrokken van de spanning op de positieve ingang. Wiskundig is vrij eenvoudig aan te tonen dat de werking van de schakeling voldoet aan de hoger gegeven vergelijking. Een voorbeeld zal dit toelichten. We hebben de schakeling van figuur 4/8.28-4 nog eens getekend in figuur 4/8.28-5, maar nu versierd met een rekenvoorbeeldje. U_1 hebben we gelijk gesteld aan 5 V, terwijl U_2 met 3 V wordt bedacht. Wil de schakeling doen wat we ervan verwachten, dan zal de spanning op de uitgang gelijk moeten worden aan 2 V, zijnde het verschil tussen de 5 V en 3 V aan de ingangen.
Voor het begrijpen van de werking van deze schakeling is het van belang één eigenschap van alle op-amp's voor ogen te houden. De op-amp zal er altijd voor zorgen, dat het spanningsverschil tussen zijn ingangen gelijk is aan 0 V. Met andere woorden: de twee ingangen van de op-amp staan op precies dezelfde spanning.



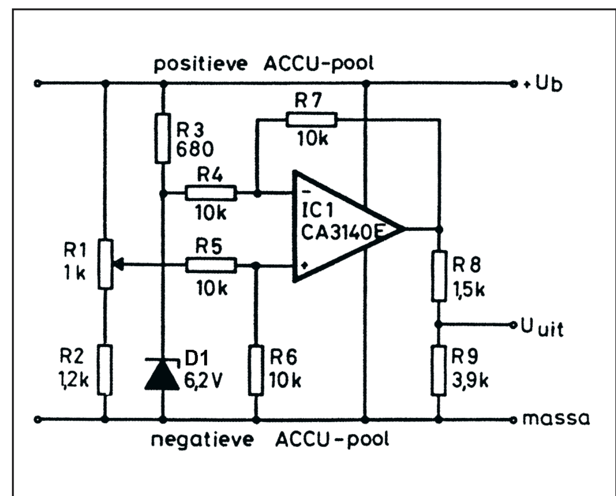
Figuur 4/8.28-5: Een rekenvoorbeeld waaruit de werking van de verschilversterker blijkt.

Verder gaan we ervan uit dat de op-amp ideaal is, met andere woorden dat noch de ingangen, noch de uitgang belastingen vormen voor de weerstanden. Met de moderne bi-mos operationele versterker is dat trouwens een veronderstelling, die in de praktijk waar wordt gemaakt. We zullen eerst en vooral kijken hoe groot de spanning is, die op de niet-inverterende ingang van de op-amp staat. Dat is simpel: tussen U_1 en de massa is een spanningsdeler geschakeld, opgebouwd uit twee gelijke weerstanden R3 en R4. Het knooppunt van beide weerstanden staat op de helft van de spanning U_1, dus op 2,5 V. De positieve ingang van de op-amp is op dit knooppunt aangesloten, zodat deze ingang een spanning van 2,5 V voert. Zoals reeds geschreven zal de op-amp, gehoor gevend aan zijn interne driften, er voor zorgen dat ook zijn negatieve ingang op dezelfde spanning komt te staan. De spanning U_2 is gelijk aan 3 V. De spanning op de inverterende ingang van de op-amp is gelijk aan 2,5 V. Tussen beide genoemde punten is de weerstand R1 aangesloten. Over deze weerstand staat dus het verschil tussen de genoemde spanningen. Met andere woorden: over de weerstand R1 kan een spanning van 0,5 V gemeten

worden, met de getekende polariteit (linker aansluiting positief ten opzichte van rechter aansluiting). De weerstanden R1 en R2 vormen een spanningsdeler, ze staan in serie. Omdat beide weerstanden aan elkaar gelijk zijn en ze door dezelfde stroom doorlopen worden, moeten ook de spanningen over de twee weerstanden even groot zijn.
Over R2 ontstaat dus ook een spanning van 0,5 V, met de in de tekening aangegeven polariteit: linker aansluiting positief ten opzichte van rechter aansluiting.
We kunnen nu een optelsommetje maken van spanningen. De negatieve ingang van de op-amp staat op +2,5 V. Van deze spanning wordt 0,5 V afgetrokken, zijnde de spanning over weerstand R2. De uitgang van de op-amp voert dus +2 V!
"Quad erat demonstrandum", zou onze leraar wiskunde triomfantelijk uitgeroepen hebben! Inderdaad, wat bewezen moest worden: de uitgangsspanning van de schakeling is gelijk aan het verschil tussen U_1 en U_2. Toeval?
Reken maar na voor andere waarden van U_1 en U_2. Als we ervan uitgaan, dat de twee ingangen van de op-amp steeds dezelfde spanning voeren, klopt de berekening altijd.

Het volledig schema
Het volledig schema van de schakeling is getekend in figuur 4/8.28-6. Als operationele versterker wordt niet de bekende 741 gebruikt, maar de 3140. Het nadeel van de 741 is dat de uitgangsspanning niet lager kan komen dan ongeveer 4 V boven de negatieve voedingsspanning. Het zal duidelijk zijn dat we de schakeling willen voeden uit de accuspanning. De negatieve voedingsspanning voor de op-amp is dan uiteraard gelijk aan 0 V.

Bij een 741 zou de uitgangsspanning niet lager kunnen komen dan +4 V, waardoor de schakeling niet zou werken. De 3140 heeft echter een uitgangsspanningsbereik tot tegen de negatieve voedingsspanning. Als dit IC aan zijn negatieve voedingsaansluiting de massa voelt, is het toch nog in staat zijn uitgang tot ongeveer +0,2 V te laten dalen. Deze kleine restspanning nemen we maar voor lief!



Figuur 4/8.28-6: Het volledig schema van de schakeling.

De rest van de schakeling behoeft nauwelijks toelichting. De zenerdiode heeft niet de verwachte waarde van 9 V, maar vergast ons op 6,2 V. Reden is dat dit soort zenerdioden veel stabielere spanningen opwekt. Omdat de aftrekspanning lager is dan de nodige 9 V, zal het duidelijk zijn dat ook de ingangsspanning aan deze gewijzigde omstandigheid aangepast moet worden. Vandaar de spanningsdeler R1-R2, waarmee de accuspanning wordt aangepast aan de nieuwe waarde van de aftrekspanning. De verschilversterker is duidelijk herkenbaar. De uitgang van deze versterker gaat, via de reeds toegezegde spannings-

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %	
R2	1,2 kΩ
R3	680 Ω
R4,R5,R6,R7	10 kΩ
R8	1,5 kΩ
R9	3,9 kΩ
INSTELPOTENTIOMETER, STAAND, 15 x 10 mm	
R1	1 kΩ
HALFGELEIDERS	
D1	zenerdiode, 6,2 V, 400 mW
IC1	3140, mini-DIL
DIVERSEN	
1	IC-voetje, 8 pennen
3	printsoldeerlipje
2	afstandsbusje, 10 mm
2	boutjes, M3x20
2	moertje, M3

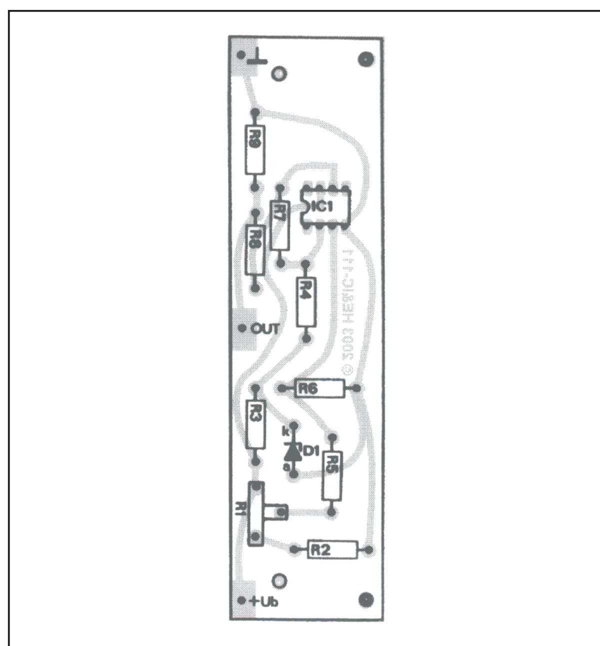
deler, naar de uitgang van de schakeling. De drie uitgangsklemmen worden verbonden met de aansluitlipjes van de LED-meter.

De bouw van de schakeling

De print is getekend in figuur 4/8.28-7, op de laatste pagina van dit hoofdstuk. Deze heeft dezelfde afmetingen als de print voor de LED-meter uit hoofdstuk 4/8.28. De bestukking volgt uit figuur 4/8.28-8.

De print van de LED-meter wordt uitgerust met acht rode en acht groene LED's. D1 tot en met D4 en D13 tot en met D16 zijn rood.

Nadien kunnen de beide printen samengebouwd worden, door middel van twee afstandsbusjes van 10 mm en het nodige schroefwerk. De drie aansluitpunten van de ene print worden doorverbonden met de drie soldeerlipjes op de andere print.



Figuur 4/8.28-8: De componentenopstelling van de print.

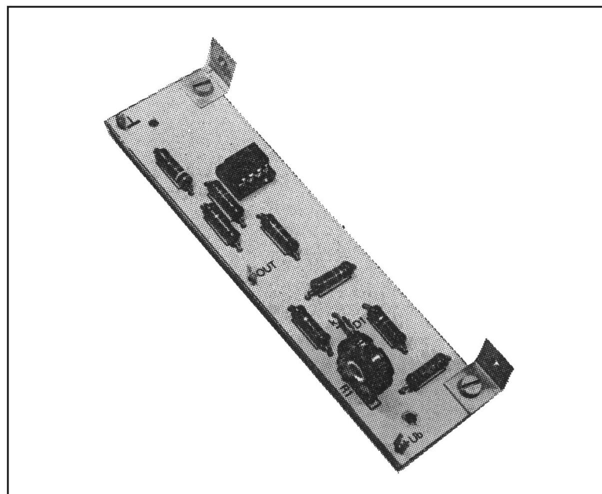
Het afregelen van de schakeling

Voor het afregelen van de schakeling moet u een gestabiliseerde en regelbare

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

voeding ter hulp roepen, alsmede een gelijkspanningsmeter. De potentiometer R1 van de LED-meter, die het minimale meetbereik vastlegt, wordt op nul gedraaid. De loper wordt dan met de massa van de schakeling verbonden. Dat doet u door de printencombinatie met de LED's naar voren in de hand te nemen en de instelpotentiometer volledig in tegenuurwijzerzin te verdraaien.
De twee overige instelpotentiometers (op iedere print eentje) worden in de middenstand gezet, de gestabiliseerde voeding wordt verbonden met de "massa" en de "+U_b" van de printen. De positieve uitgang van de voeding gaat uiteraard naar de +U_b. De meter wordt over de voeding aangesloten.
De uitgangsspanning van de voeding wordt ingesteld op 9,5 V. De instelpotentiometer R1 van de deze schakeling wordt nu verdraaid tot de LED D15 gaat branden. Nadien wordt de voeding ingesteld op een spanning van 16,5 V. De instelpotentiometer R2 op de LED-meter print wordt verdraaid, tot de LED D1 gaat gloeien. Deze twee afregelingen worden enige malen herhaald.

Inbouw
De combinatie is nu klaar en kan in uw auto of caravan ingebouwd worden. De uitleesprint is daartoe uitgerust met twee bevestigingsgaatjes. Twee L-vormige aluminium beugeltjes verbinden de printen met het dash-board, zie figuur 4/8.28-9.

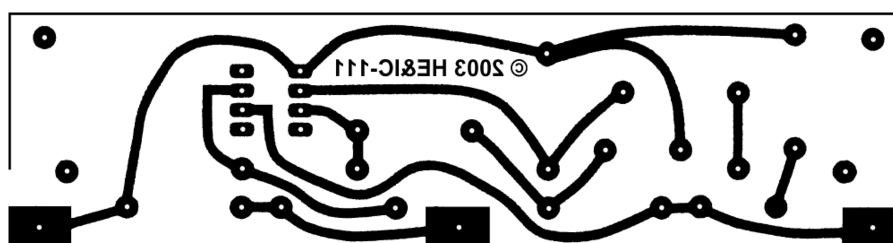


Figuur 4/8.28-9: Bevestiging van de printencombinatie door middel van twee L-vormige beugeltjes.

Tot slot
Tot slot enige woorden over de betekenis van de afgelezen spanning voor het leven van uw accu. Een volledig ontladen accu heeft een spanning van 11 V. Lagere spanningen zijn zeer slecht voor de conditie van de accu. De maximaal toelaatbare spanning is officieel 14,1 V. Bij 14,4 V gaat de accu namelijk koken, wat niet zo bevorderlijk is voor de zuurvulling van de elementen. Absoluut maximaal haalbare spanning is 16,5 V. De accu is dan echter flink overladen, wat wil zeggen dat de spanningsregelaar van uw auto dringend aan revisie toe is.

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71



Figuur 4/8.28-7: De print voor de schakeling.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

8.28 Batterijcontrole met LED-meter 4/14.71

4/14

Overige schakelingen

Afstandsbediening schakelingen

Alarm en melding schakelingen

4/14.4 Kinderkamer-bewaking
(verschenen in het 1e basiswerk)

4/14.5 Elektronisch codeslot
(verschenen in de 26e aanvulling)

4/14.6 Universele personendetector met 220 V uitgang
(verschenen in de 49e aanvulling)

4/14.7 Universele ultrasone bewegingsdetector
(verschenen in de 36e aanvulling)

4/14.15 Laser lichtsluis met bereik van 100 meter
(verschenen in de 57e aanvulling)

4/14.20 Alarminrichting met dubbele beveiliging
(verschenen in de 7e aanvulling)

4/14.21 Melodieuze huisbel
(verschenen in de 21e aanvulling)

4/14.25 Universele geluidsschakelaar met geheugen
(verschenen in de 58e aanvulling)

4/14.34 Eenvoudige thermische overbelastingsbeveiliging
(verschenen in de 14e aanvulling)

4/14.42 Alarm voor diepvriezer
(verschenen in de 65e aanvulling)

4/14.43 Radar bewegingsmelder
(verschenen in de 66e aanvulling)

4/14.44 Universele temperatuur zekering
(verschenen in de 69e aanvulling)

4/14.50 Universeel gasalarm
(verschenen in de 83e aanvulling)

4/14.51 Automatisch schakelende lamp met PID-sensor
(verschenen in de 84e aanvulling)

4/14.56 Grootvermogen alarmsirene met test- en reset-functie
(verschenen in de 88e aanvulling)

4/14.64 Babyfoon alarm via de telefoonlijn
(verschenen in de 97e aanvulling)

Home elektronica

Indicator schakelingen

Licht schakelingen

Motor besturingen

Spelletjes

Telecommunicatie schakelingen

Tijd en chronometer schakelingen

Voeding schakelingen

4/14.3 12 V_{DC} naar 220 V_{AC} omzetter voor kleine belastingen
(verschenen in de 48e aanvulling)

4/14.10 Hulpapparaat voor het automatisch uitschakelen van een accu-lader
(verschenen in de 4e aanvulling)

4/14.11 Pulsbreedte gestuurde voeding voor DC-belastingen
(verschenen in de 56e aanvulling)

4/14.14 Transformatorloze AC/DC omzetter
(verschenen in de 9e aanvulling)

4/14.16 Ladingscontrole voor Nicad cellen
(verschenen in de 57e aanvulling)

4/14.35 Spanningsniveau converter, TTL naar bipolair
(verschenen in de 14e aanvulling)

4/14.36 Spanningsniveau converter, bipolair naar TTL
(verschenen in de 14e aanvulling)

---

1) Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

4/14.73

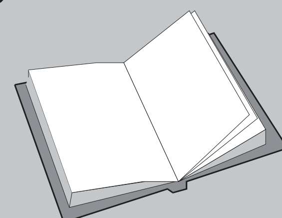
Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

Het systeem

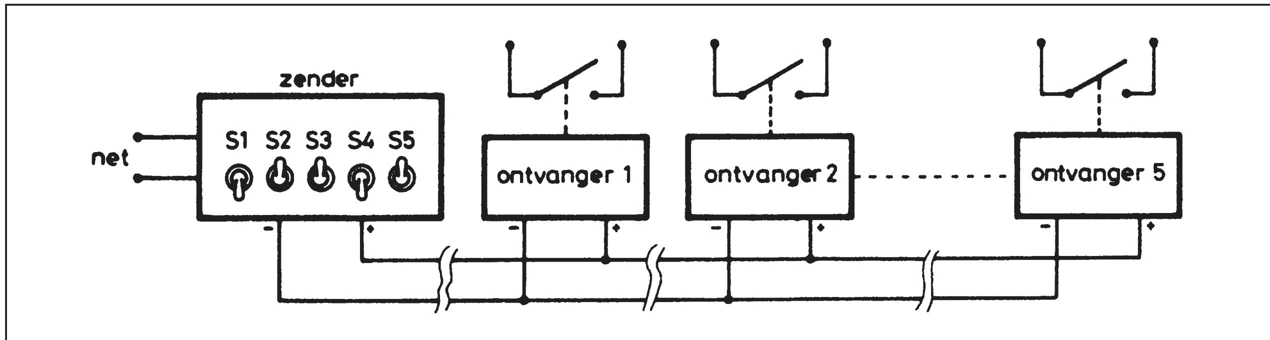
Inleiding
"Domotica", oftewel huis- en kantoorautomatisering is een hot item. Steeds meer IC-fabrikanten brengen speciale IC's op de markt, waarmee u draadloos digitale codes tussen een zender en ontvanger kunt uitwisselen. De meeste IC's worden echter alleen aan grootverbruikers, zoals apparaatfabrikanten, geleverd en zijn voor de hobbyist nauwelijks toegankelijk. Dat gegeven zette de ontwerpafdeling aan het denken. Is het mogelijk met eenvoudige schakelingen en begrijpelijke technieken een goed werkend domotica-systeem te ontwerpen? Het antwoord op deze vraag treft u aan in dit hoofdstuk.
In tegenstelling tot alle overige hoofdstukken in deel 4 is dit géén kant-en-klaar ontwerp. Van de zender zult u geen printontwerp aantreffen. Dat heeft te maken met het feit dat dit ontwerp "open" is, om maar eens een modekreet te gebruiken. U kunt de schakeling van de zender aan uw eigen wensen aanpassen. U kunt bijvoorbeeld het aantal kanalen tot tien uitbreiden. Ook met de ontvanger kunt u dit doen, maar hier hebben wij de meest voor de hand liggende toepassing tóch omgezet in een bouwproject mét print.

Het principe
Het beschreven systeem is een zeer eenvoudig afstandsbesturingssysteem, waarmee u verschillende op grote afstand van elkaar opgestelde apparaten in en uit kunt schakelen. Het systeem werkt door middel van één samengesteld stuursignaal. Dit stuursignaal wordt opgewekt in een "zender", voorzien van een aantal schakelaars of gekoppeld aan bijvoorbeeld een meerkanaals tijdklok. Het signaal kan over een gewone twee-aderige kabel worden verstuurd naar de "ontvangers", opgesteld in de buurt van de te schakelen apparaten.
In feite komt het er op neer dat u een woning van onder tot boven met een gewoon tweelingsnoer kunt bedraden en de zender op de meest voor de hand liggende plaats met de kabel kunt verbinden.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/8.10.11
Hoofdstuk 4/14.29
Hoofdstuk 4/14.39



14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-1: Het principe van het systeem.

Nadien kunt u op iedere gewenste locatie een ontvanger op de kabel aansluiten.

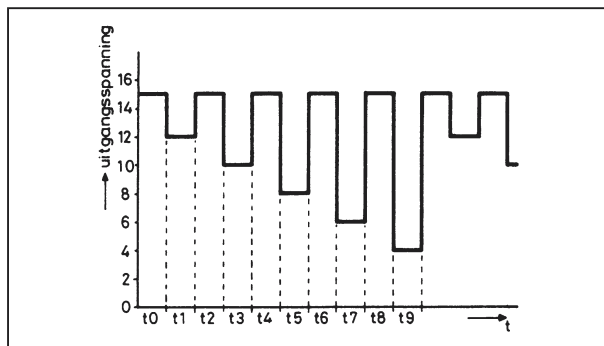
Voordelen van het systeem
Het beschreven systeem heeft vele voordelen:

– De werking is in wezen analoog, zodat er geen gevaar bestaat voor het reageren op stoorpulsen.
– Het systeem is vrij eenvoudig uit te breiden tot meerdere kanalen. De schakeling is opgebouwd voor vijf kanalen, maar door twee IC'tjes te vervangen en enige onderdelen toe te voegen kan men acht kanalen schakelen. Met enige moeite kunt u zelfs 16 kanalen bedienen.
– De ontvangers hebben geen eigen voeding nodig, de voedingsspanning wordt over de twee-aderige kabel getransporteerd.
– Het schakelelement in de ontvangers is een relais, zodat u zowel gelijk- als wisselspanningsgevoede apparaten kunt schakelen.
– De zender is universeel: niet alleen kunt u door middel van drukknoppen of aan/uit-schakelaars de verschillende kanalen bedienen, maar net zo goed kunt u het systeem koppelen aan bijvoorbeeld de uitgangen van een elektronische timer.
– De noodzakelijke schakelingen zijn ongecompliceerd: de ontvanger heeft slechts twee op-ampjes en vijf transistoren nodig, de zender is opgebouwd rond vier IC's, zes transistoren en een op-ampje.

Het principe van het systeem
De praktische uitvoering van het systeem is getekend in figuur 4/14.73-1. De zender, hier uitgerust met vijf aan/uitschakelaars S1 tot en met S5, wordt verbonden met het net, wekt de nodige uitgangsspanning op en verstuurt deze via een twee-aderige lijn naar de ontvangers. Zoals reeds gezegd is de lengte van de lijn in principe onbegrensd. Eventuele beïnvloeding van het signaal door de capaciteit van de lijn wordt in de ontvangers automatisch gecompenseerd.
Wel belangrijk is het feit dat het signaal gepoold is: de positieve uitgang van de zender moet worden verbonden met de positieve ingang van de ontvangers. De twee aders van de lijn moeten dus duidelijk herkenbaar zijn. Ook van belang is de weerstand van de lijn. Als alle ontvangers zijn ingeschakeld, trekt het systeem meer dan 0,5 A, feit dat wordt veroorzaakt door de in de ontvangers gebruikte relais. Omdat, zoals dadelijk zal blijken, de ontvangers reageren op gedefinieerde signaalniveaus is het belangrijk

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

dat de spanningsval over de lijn, ook bij deze relatief grote stroomsterkte, beperkt blijft tot enige honderden mV. Een aderdoorsnede van minimaal 0,75 mm is dus wel gewenst!
Figuur 4/14.73-2 onthult de principiële werking van het systeem.
Het verloop van de spanning op de uitgang van de zender in functie van de tijd kan worden opgesplitst in 10 tijdseenheden, t0 tot en met t9. Gedurende t0, t2, t4, t6 en t8 is de uitgangsspanning van de zender gelijk aan 15 V. Deze constante spanning wordt gebruikt voor het opwekken van de voedingsspanning voor de ontvangers, door middel van een eenvoudige gelijkrichterschakeling in de ontvangers.



Figuur 4/14.73-2: De samenstelling van het zendsignaal.

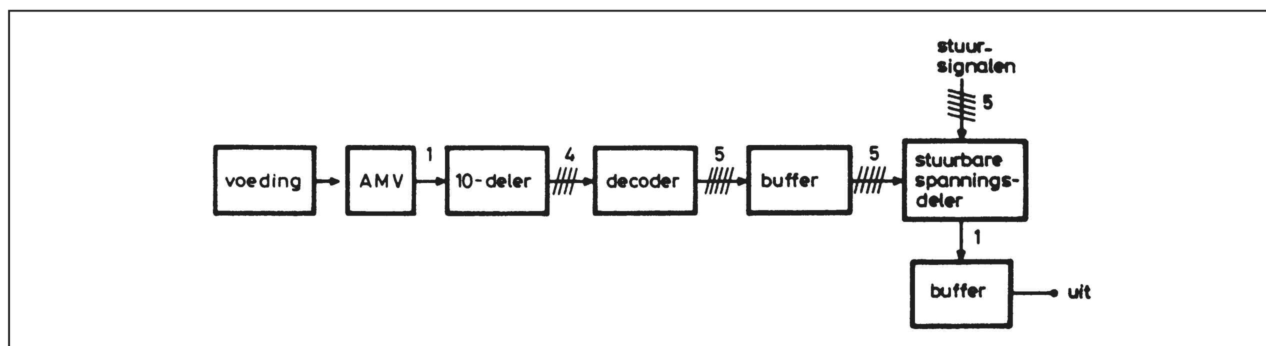
Op tijdstip t1 kan de uitgangsspanning van de zender gelijk zijn aan twee niveaus. Ofwel gelijk aan 15 V, ofwel gelijk aan 12 V. In het eerste geval zal de ontvanger die correspondeert met het kanaal “12 V” niet zijn ingeschakeld. In het tweede geval uiteraard wel. Voor de tijdstippen t3, t5, t7 en t9 geldt hetzelfde. De uitgangsspanning kan dan gelijk zijn aan 15 V, de ontvangers worden niet geschakeld, of aan respectievelijk 10 V, 8 V, 6 V en 4 V, waarop de ontvangers reageren door het omschakelen van hun relais.

Deze cyclus herhaalt zich ongeveer 250 keer per seconde.
Als alle ontvangers zijn uitgeschakeld, dan zal de uitgangsspanning van de zender steeds gelijk zijn aan 15 V. Wil men de eerste ontvanger inschakelen, dan schakelt men S1 om, waardoor er 250 keer per seconde een spanningsdaling van 15 V naar 12 V op de lijn ontstaat, met een breedte van 400 µs. De genoemde ontvanger detecteert deze puls en schakelt zijn relais om. De overige ontvangers reageren niet op deze puls, omdat hun schakelniveaus zijn ingesteld op respectievelijk 10 V, 8 V, 6 V en 4 V.
Het zal nu ook wel duidelijk zijn, dat het systeem vrij eenvoudig is uit te breiden tot meerdere kanalen. Het enige dat moet gebeuren is het uitbreiden van de zenderschakeling. Wilt u bijvoorbeeld een afstandsbesturing met tien kanalen opbouwen, dan moet de uitgangscyclus van de zender uit 20 eenheden bestaan. Gedurende 10 eenheden is de uitgangsspanning van de zender gelijk aan 15 V, daartussen kan de uitgangsspanning omschakelen tussen deze spanning en een schakelniveau, aflopend van 12 V tot 3 V in stappen van 1 V.
Het spanningsverschil van 1 V tussen de verschillende schakelniveaus is dan nog groot genoeg om een goede werking van het geheel, zonder onderlinge beïnvloeding van de ontvangers, te garanderen.

De zender

Het blokschema van de zender
Het blokschema van de zender, opgebouwd voor een systeem met vijf kanalen, is getekend in figuur 4/14.73-3.
Een astabiele multivibrator wekt een blokspanning op met een frequentie van ongeveer 2,5 kHz.

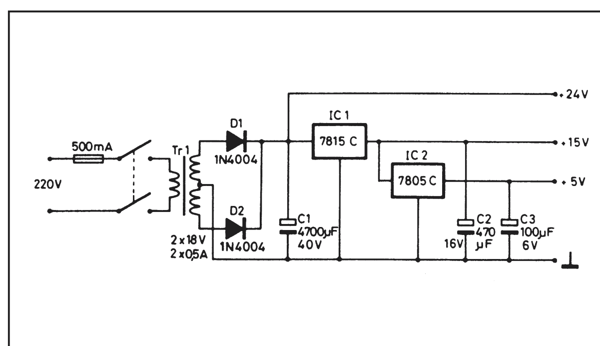
14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-3: Het blokschema van de zender.

De uitgangspulsen van deze schakeling worden aangeboden aan een tienteller. De vier uitgangen van de teller, BCD-gecodeerd, sturen de gelijknamige ingangen van een BCD-naar-decimaal decoder. Op de tien uitgangen van dit blok ontstaan dus tien pulsen, onderling netjes in tijd verschoven. Vijf van deze uitgangen worden uitverkoren om de ingangen van een buffer te bevredigen. De uitgangssignalen van deze schakeling sturen een stuurbare spanningsdeler. De uitgang van deze schakeling wordt door middel van een, ditmaal analoge, buffer rijp gemaakt voor confrontatie met de buitenwereld.
Tot slot zijn er nog vijf stuursignalen, afkomstig van schakelaars of van externe schakelingen, die de stuurbare spanningsdeler al of niet tot actie aanzetten.
De verschillende onderdelen van dit blokschema worden in de volgende paragrafen in detail besproken.

De voeding voor de zender
De voeding voor de zender is getekend in figuur 4/14.73-4 en is klassiek van opbouw. Door middel van een trafo met middenaftakking (2 x 18 V - 2 x 0,5 A), twee dioden 1N4004 en een afvlakelco van 4.700 µF wordt een gelijkspanning van ongeveer 24 V opgewekt. Door middel van twee geïntegreerde spanningsstabilisatoren (IC1 en IC2) worden stabiele gelijkspanningen van 15 V en 5 V geschapen. Denk er, bij eventuele nabouw, aan dat deze IC's moeten worden gekoeld!



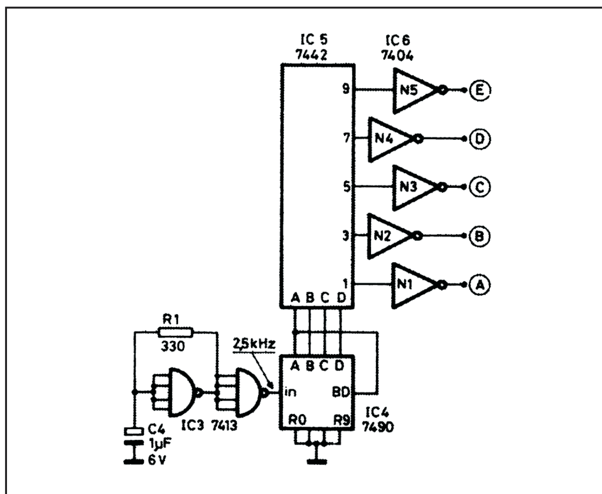
Figuur 4/14.73-4: Het schema van de voeding van het systeem.

Door het in serie schakelen van de stabilisatoren krijgen beide IC's ongeveer dezelfde hoeveelheid vermogen te verwerken, zodat twee U-vormige koelers van het type SK13 de hoofden fris en de prestaties optimaal houden.

Het digitale deel van de zender
De digitale elektronica van de zenderschakeling is opgebouwd uit vier populaire IC's, die u vást in voorraad heeft. Het schakelschema van figuur 4/14.73-5 spreekt in feite voor zichzelf. Door middel van een weerstand van 330 Ω en een elcootje van 1 µF wordt een poort uit de

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

SN7413 aangespoord een blokspanning met een frequentie van 2,5 kHz te genereren.

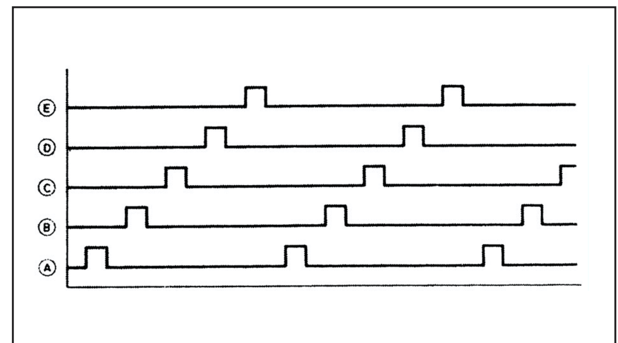


Figuur 4/14.73-5: Het digitale deel van de zenderschakeling.

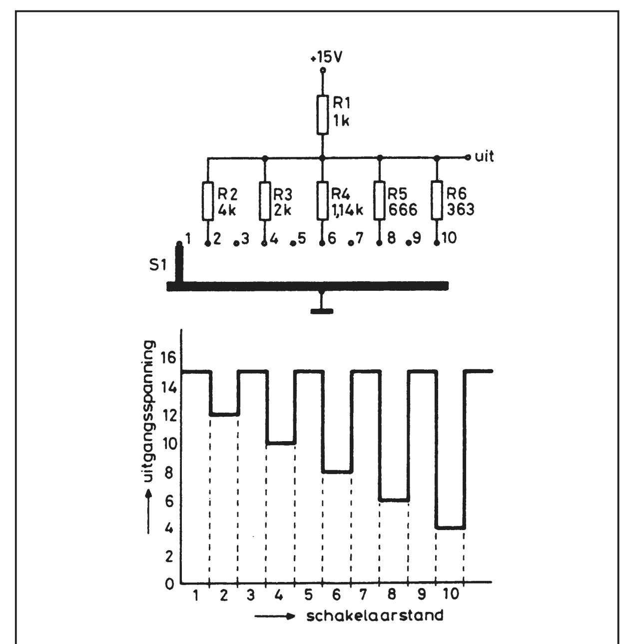
Hoewel niet noodzakelijk, is zijn broertje solidair in de strijd en biedt de kersverse pulsen geïnverteerd aan aan de telingang van een SN7490 tiendeler. De vier resetingangen zijn "L", zodat de teller ongestoord rondjes blijft draaien. IC5, een SN7442 decoder, vertaalt de "L"- en "H"-gedachtenkronkels van de teller naar tien uitgangen, die om beurt een duik naar massa wagen. De rest van de schakeling is echter meer geïnteresseerd in pulsen die opbloeien uit de grauwe massa, vandaar dat inverter IC6 ter hulp snelt. Op de vijf uitgangen van dit deel van de schakeling, A tot en met E genoemd, verschijnen dus vijf pulsen volgens het tijddiagram van figuur 4/14.73-6. Deze pulsen sturen de in de volgende paragraaf te behandelen stuurbare spanningsdeler.

De stuurbare spanningsdeler

Het principe van deze schakeling is gegeven in figuur 4/14.73-7. Een weerstand R1 van 1 kΩ is verbonden met de voedingsspanning van 15 V. Aan de andere kant liggen vijf weerstanden, oplopend in waarde van 363 Ω tot 4 kΩ. Deze weerstanden kunnen door middel van schakelaar S1 met de massa worden verbonden. Als we de schakelaar achtereenvolgend alle tien standen laten doorlopen gebeurt het volgende.



Figuur 4/14.73-6: De onderlinge tijdrelatie tussen de uitgangspulsen van de schakeling van figuur 4/14.73-5.

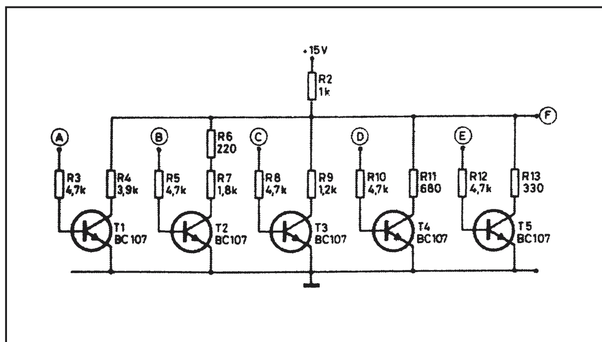


Figuur 4/14.73-7: Het principe van de bestuurbare spanningsdeler.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

- Stand 1:
  Weerstand R1 hangt in de lucht, zodat de volledige 15 V op de uitgang terecht komt.
- Stand 2:
  Er wordt een spanningsdeler gevormd tussen de voedingsspanning van 15 V en de massa, opgebouwd uit R1 en R2. Men kan berekenen dat de uitgangsspanning gelijk wordt aan 12 V.
- Stand 3:
  Schakeling niet actief, uitgang gelijk aan 15 V.
- Stand 4:
  Spanningsdeler R1-R3 wordt ingeschakeld, zodat de uitgangsspanning gelijk wordt aan 10 V.

Het zal duidelijk zijn, dat de uitgangsspanning voldoet aan het beeld van figuur 4/14.73-2. Als we de schakelaar vervangen door enige transistoren, die worden gestuurd uit de vijf uitgangssignalen van figuur 4/14.73-5, ontstaat het geheel van figuur 4/14.73-8 waarbij de berekende weerstandswaarden voor de spanningsdeler zijn vervangen door standaard E12-waarden.



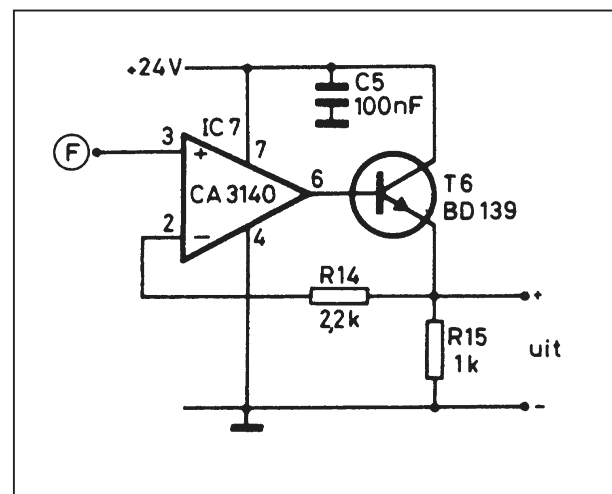
Figuur 4/14.73-8: De stuurbare spanningsdeler in de praktijk.

Op uitgang F ontstaat de in figuur 4/14.73-2 geschetste spanning.

Het zal duidelijk zijn dat, lieten we de schakeling zoals ze is, steeds alle ontvangers zouden zijn ingeschakeld. Dat is natuurlijk niet de bedoeling. In een van de volgende paragrafen worden enige methoden aangegeven voor het in- en uitschakelen van de kanalen.

De uitgangsbuffer

De spanningsdeler van figuur 4/14.73-8 kan niet worden belast, omdat de juiste deelverhouding van de vijf weerstanden dan verloren gaat. De schakeling moet dus worden afgesloten met een hoge impedantie buffer. Bovendien moet deze schakeling een behoorlijke stroom kunnen leveren, omdat iedere ingeschakelde ontvanger ongeveer 120 mA verbruikt. De totale capaciteit van de uitgangsbuffer moet dus 600 mA bedragen. Figuur 4/14.73-9 geeft het schema.



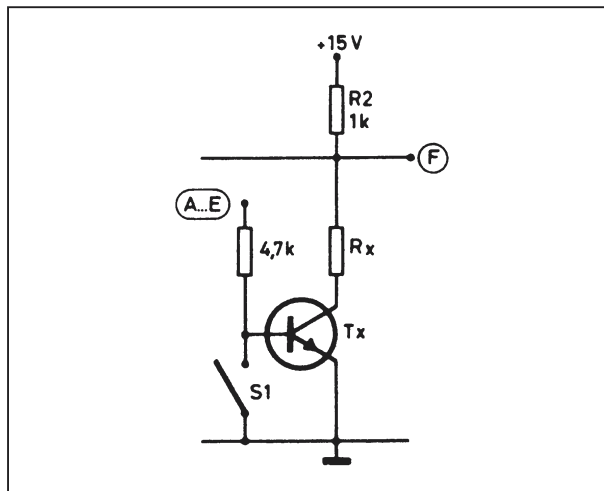
Figuur 4/14.73-9: Het schema van de analoge uitgangsbuffer.

Een operationele versterker van het type 3140 zorgt voor de hoge ingangsimpedantie. De uitgang van het IC stuurt de basis van een BD139, zodat ook aan de eis van vermogenslevering is voldaan. Een rechtstreekse terugkoppeling van uitgang naar inverterende ingang van de op-amp completeert het geheel.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

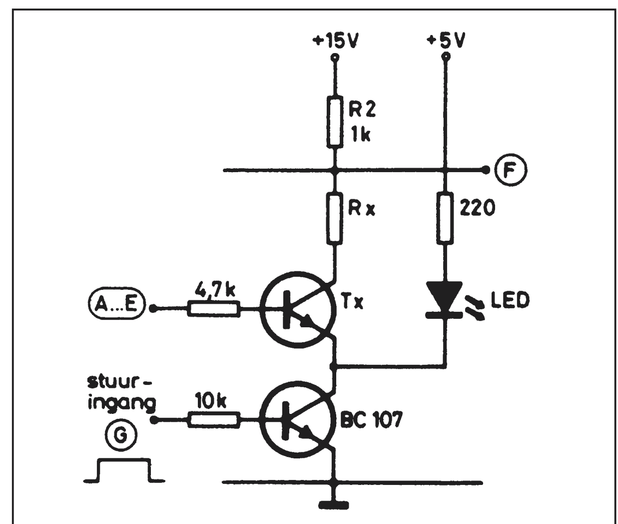
De gebruikte op-amp is snel genoeg voor het onvertraagd doorgeven van de snelle spanningssprongen in het te verwerken signaal. Gebruik hier dus geen 741, want deze redt het niet!
Bovendien heeft de 3140 het voordeel boven een 741, dat de uitgangsspanning tot bijna tegen de massa kan zakken. Dit heeft tot gevolg dat de schakeling ook zonder symmetrische voeding goed werkt.
De condensator C5 bleek noodzakelijk voor het onderdrukken van oscilleerneigingen.
Het zal duidelijk zijn dat de transistor moet worden gekoeld!

Het besturen van de zender
De figuren 4/14.73-10 tot en met -12 geven enige mogelijkheden voor het sturen van de zender.
Figuur 4/14.73-10 behandelt de eenvoudigste: sturing door middel van een enkelpolige aan/uit-schakelaar. De weerstand Rx en de transistor Tx staan voor een van de vijf verzwakkerkringen van het schema van figuur 4/14.73-8.



Figuur 4/14.73-10: Bediening van het systeem door middel van tuimelschakelaars.

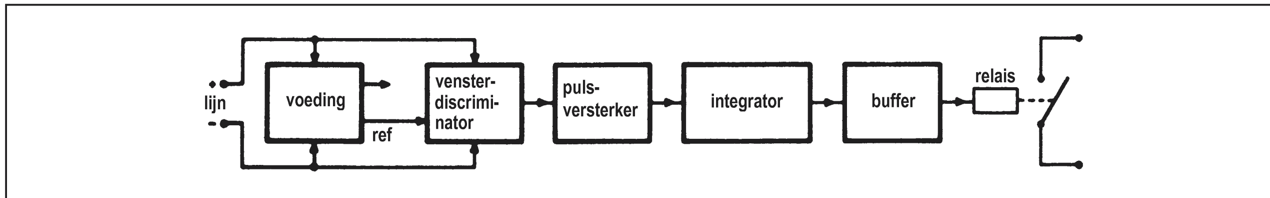
Als S1 open is, kunnen de pulsen van de digitale schakeling de transistor op het juiste moment in geleiding sturen, zodat de stuurpuls voor dat kanaal wordt opgewekt. Sluit men de schakelaar, dan wordt de transistor op non-actief gezet en blijven de stuurpulsen uit.
Figuur 4/14.73-11 geeft een voorbeeld voor externe sturing, door middel van een positieve gelijkspanning. De emitter van Tx is losgekoppeld van de massa en een transistor BC107 is tussengeschakeld. Als het externe stuursignaal (G) afwezig is, dan geleidt deze extra transistor niet, zodat ook Tx spert. De verzwakkertrap is uitgeschakeld. Wordt het stuursignaal positief, dan gaat de onderste transistor geleiden. De LED licht op, als teken dat het kanaal is geactiveerd en Tx zal geleiden als zijn stuurpuls (een van de uitgangen A tot en met E van de digitale schakeling) aanwezig is. De verzwakkertrap is actief, de stuurpuls voor het kanaal wordt gegenereerd.



Figuur 4/14.73-11: Het schema voor de externe besturing.

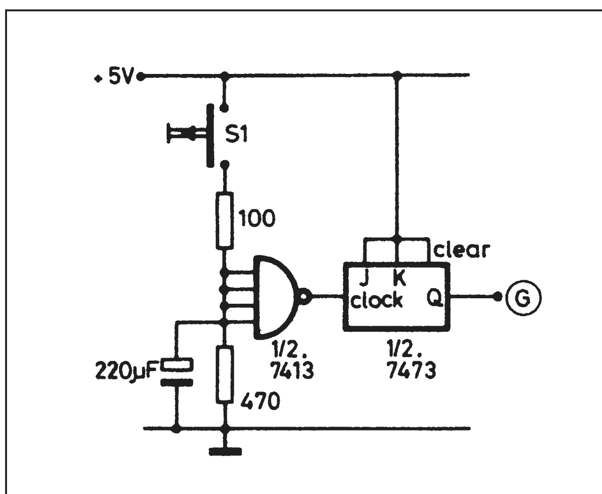
Figuur 4/14.73-12 geeft de uitbreiding voor drukknopbediening.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-13: Het blokschema van een ontvanger.

Deze schakeling wordt verbonden met de stuuringang van figuur 4/14.73-11. De schakeling rond de 7413-poort is een wat ongebruikelijke, maar zeer goed functionerende contactdender onderdrukker. Als de drukknop S1 wordt ingedrukt, wordt de elco van 220 µF snel opgeladen. Snelle denderpulsen krijgen geen kans, vanwege de logheid van de elco. Laat men de drukknop los, dan ontlaadt de elco zich via de weerstand van 470 Ω. Deze weerstand zorgt er bovendien voor dat de ingangen van de poort bij open schakelaar "L" blijven.



Figuur 4/14.73-12: Besturing door middel van drukknoppen.

De uitgang van de Schmitt-trigger stuurt, op de gebruikelijke manier, een flip-flop van het type 7473. De clock reageert op sprongen van "H" naar "L", zodat de schakeling wordt geactiveerd bij het indrukken van de schakelaar.

De ontvanger

Het blokschema van een ontvanger

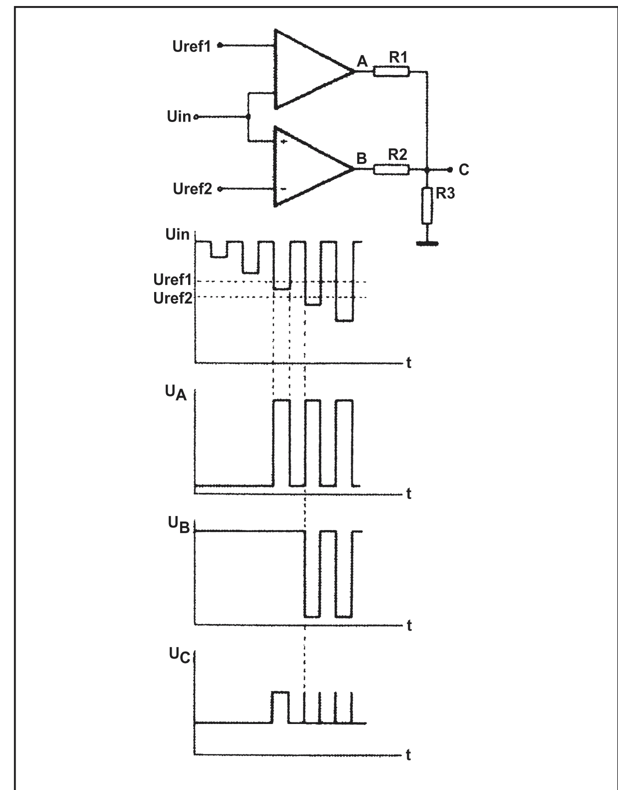
De blokschematische opbouw van een ontvanger is getekend in figuur 4/14.73-13. De voeding leidt uit het lijnsignaal niet alleen de voedingsspanning voor de rest van de schakeling af, maar tevens een referentiespanning, die wordt gebruikt in de vensterdiscriminator. Deze schakeling registreert het al of niet aanwezig zijn van het inschakelniveau voor de ontvanger in het lijnsignaal. Is dat het geval, dan wekt de discriminator een pulsje op. Na versterking in een pulsversterker en integratie in een storingsongevoelige integrator wordt de gelijkspanning, die uit deze signaalbewerkingen ontstaat, gebruikt voor het sturen van het relais, via een buffer.

De noodzaak van deze speciale integrator is misschien niet dadelijk duidelijk. Het lijnsignaal is opgebouwd uit een aantal spanningssprongen. De stijg- en daaltijden van de constante 15 V naar de schakelniveaus zijn tot nu toe verwaarloosd. In de praktijk zullen deze uiteraard merkbaar aanwezig zijn. Bovendien kunnen deze overgangstijden nadelig worden beïnvloed door de capacitieve belasting van de lijn. Zoals gezegd, reageert de vensterdiscriminator op het aanwezig zijn van een inschakelniveau. Deze puls heeft een breedte van 400 µs. Als de lijnspanning echter daalt van 15 V naar bijvoorbeeld het onderste schakelniveau (4 V), dan zal het signaal natuur-

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

lijk ook alle hogere niveaus doorlopen. Als de daaltijd van het signaal zeer klein is, dan is er geen probleem. De vensterdiscriminatoren van de ontvangers reageren niet op dergelijke zeer kortstondige informatie. Is de daaltijd groot, dan zullen de discriminatoren wel reageren en een smal pulsje naar de pulsversterker en de integrator sturen. Deze laatste schakeling vlakt deze pulsjes af, waardoor het relais zou kunnen aanspreken. Vandaar dat de integrator zo moet worden ontworpen, dat hij alleen reageert op pulsen van 400 µs. Smallere pulsen, die in de ontvanger ontstaan als gevolg van slechte stijg- en daaltijden, mogen de integrator niet sturen.
De vertaling van het blokschema van de zender naar praktische schakelingen was doodsimpel. Gelukkig viel er bij de ontvanger heel wat meer denkwerk te verrichten, hetgeen zal blijken uit de volgende paragrafen!

De vensterdiscriminator
De functie van een vensterdiscriminator komt in het kort op het volgende neer. Een gelijkspanning wordt aangeboden aan twee comparatoren. Deze schakelingen vergelijken de grootte van deze spanning met twee referenties. Als de gelijkspanning tussen de referenties valt, zullen de comparatoren een uitgangspuls genereren.
Bij deze schakeling zitten we met het probleem dat de lijnspanning geen gelijkspanning is. De discriminator moet de kortstondige aanwezigheid van een puls van een bepaalde grootte detecteren. Als die puls aanwezig is, dan moet de schakeling een signaal opwekken.
Het principe van de ontwikkelde schakeling is getekend in figuur 4/14.73-14. De basisopzet is identiek aan die van een gewone vensterdiscriminator. De uitgangsspanningen van de twee comparatoren worden echter door middel van een weerstandsmenger bij elkaar opgeteld.



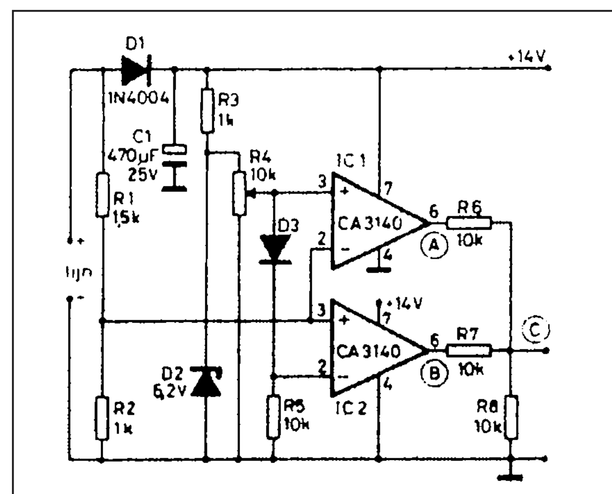
Figuur 4/14.73-14: Het principe van de speciaal ontwikkelde vensterdiscriminator.

De weerstanden R1, R2 en R3 zijn even groot. De positieve ingang van de bovenste comparator wordt aangesloten op een referentie U_{ref1}. De negatieve ingang van de onderste comparator ontvangt een tweede referentie, U_{ref2} die kleiner is dan de eerste. De twee overige ingangen van het systeem zijn verbonden met de lijnspanning.
De werking van het geheel volgt uit de grafieken. Voor tijdstip t1 is de lijnspanning groter dan U_{ref1}. De uitgang van de bovenste comparator is nul, de onderste schakeling levert de voedingsspanning

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

op zijn uitgang. Op punt C zal dus een signaal ontstaan dat gelijk is aan een derde van de voedingsspanning. Zowel R1 als R3 zijn immers verbonden met de massa. Over deze twee parallel geschakelde weerstanden ontstaat een spanning, die gelijk is aan $1/3*U_b$. Tussen t1 en t2 zakt de signaalspanning onder U_{ref1}. De bovenste comparator reageert, zijn uitgang wordt positief. Zowel punt A als punt B zijn gelijk aan de voedingsspanning. De weerstanden R1 en R2 zijn parallel geschakeld, zodat op punt C een spanning van $2/3*U_b$ ontstaat. Tussen t2 en t3 wordt de beginsituatie hersteld. De uitgangsspanning op punt C is wederom gelijk aan $1/3*U_b$. Na t3 zakt de ingangsspanning onder U_{ref2}. De twee comparatoren worden geactiveerd, zodat uitgang A positief wordt en uitgang B gelijk aan de massa. Voor punt C maakt dat echter niets uit. Omdat de uitgangsspanningen van de comparatoren steeds tegengestelde waarden hebben, zal C gelijk blijven aan een derde van de voedingsspanning. Conclusie: op de uitgang van de vensterdiscriminator ontstaat een puls, als de ingangsspanning tussen beide referentieniveaus valt. Deze puls heeft een grootte gelijk aan een derde van de voedingsspanning en is gesuperponeerd op een gelijkspanning van dezelfde waarde. Door het variëren van de twee referenties kan men de schakeling laten reageren op iedere gewenste puls uit het ingangssignaal.
Op de grafiek C zijn enige smalle pulsjes getekend. Dat zijn ongewenste parasieten, die ontstaan door slechte schakeltijden van het lijnsignaal en door de traagheid van de comparatoren.
Het zijn deze pulsjes, die in de storingsongevoelige integrator moeten worden onderdrukt.

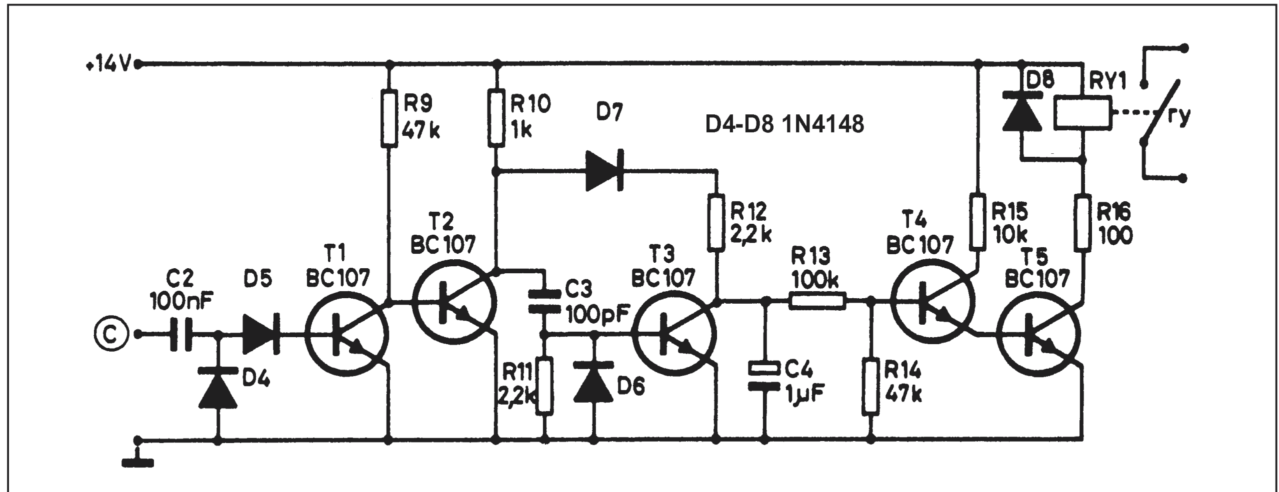
De praktijk van de vensterdiscriminator
Figuur 4/14.73-15 geeft de praktische schakeling van de vensterdiscriminator weer, met de voeding en de instelbare referentiespanningen. De lijnspanning wordt door middel van diode D1 en een condensator C1 van 470 µF gelijkgericht. Over dit laatste onderdeel ontstaat een gelijkspanning van ongeveer 14 V. De diode spert als de lijnspanning een duik naar een van de schakelpulsen maakt en laadt de condensator op als de ingangsspanning gelijk is aan 15 V.



Figuur 4/14.73-15: Het praktisch schema van de vensterdiscriminator.

Uit deze voedingsspanning wordt door middel van weerstand R3 en zenerdiode D2 een temperatuurstabiele spanning van ongeveer 6 V afgeleid. Door middel van de potentiometer R4 kunt u de twee referenties voor de vensterdiscriminator gelijktijdig instellen. De loper van deze instelpotentiometer levert U_{ref1} voor de bovenste comparator. Door middel van de diode D3 en de weerstand R5 wordt deze referentie een bedrag van 0,7 V verlaagd en aangeboden als U_{ref1} aan de onderste comparator.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-16: De pulsversterker, de storingongevoelige integrator en de buffer.

Het venster is 0,7 V groot, hetgeen meer dan voldoende is om, ook bij kleine variaties van de zenerspanning en van de pulsspanningen, het systeem goed te laten werken.
De lijnspanning wordt door middel van een spanningsdeler R1-R2 aangepast aan de grootte van de referenties.

De staart van de schakeling
Figuur 4/14.73-16 geeft een idee over de praktische realisatie van de pulsversterker, de storingongevoelige integrator en de buffer. De pulsen op uitgang C moeten niet alleen worden versterkt, maar bovendien bevrijd van de gelijkspanningscomponenten. C2, D4 en D5 nemen deze laatste opdracht voor hun rekening. C2 en D4 vormen een clampkring: de diode gaat geleiden als de spanning op de rechter plaat van de condensator negatief wil worden. Zodoende zal het signaal op dat punt “vastgekleefd” worden op de massa, met positieve pulsjes van 4 V. De transistoren T1 en T2 vormen de eenvoudigst mogelijke versie van een tweetraps versterker, zodat op de collector van T2 pulsen verschijnen met een amplitude van 14 V.

Helaas worden ook de smalle stoorpulsen tot die waarde opgepept, zodat de integrator rond T3 en C4 enige extra’s vereist.
Eerst een opmerking over de noodzaak van de integrator. Als op de zender een kanaal wordt ingeschakeld, dan zal de vensterdiscriminator van de op dat kanaal afgestemde ontvanger 250 keer per seconde een puls van 400 µs opwekken. Deze verschijnt op de collector van T2. Natuurlijk kan men met deze puls geen relais sturen. De pulstrein moet worden omgezet in een gelijkspanning en een integrator is gespecialiseerd in dat soort werk. Dat gaat erg eenvoudig. Als er op de collector van T2 een positieve puls verschijnt, gaat de diode D7 geleiden en vloeit er, via R12, een stroompje in de elco van 1 µF (C4). Deze laadt op. Bij iedere 400 µs puls laadt de elco iets meer op, zodat na een bepaalde tijd de spanning over het onderdeel gelijk is aan de voedingsspanning. Met deze spanning wordt het relais bekrachtigd.
Het zou kunnen gebeuren dat de elco wordt opgeladen door de smalle stoorpulsen die ook ontstaan als de ontvanger niet is ingeschakeld.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

ONDERDELENLIJST ONTVANGER

WEERSTANDEN, 1/4 W 5 %

R1	1,5 kΩ
R2,R3,R10	1 kΩ
R5,R6,R7,R8,R15	10 kΩ
R9,R14	47 kΩ
R11,R12	2,2 kΩ
R13	100 kΩ
R16	100 Ω

INSTELPOTENTIOMETER, STAAND, 10 x 5 mm

R4	10 kΩ

CONDENSATOREN

C1	470 μF	25 V printelco
C2	100 nF	MKH
C3	100 pF	ceramisch
C4	1 μF	16 V printelco

HALFGELEIDERS

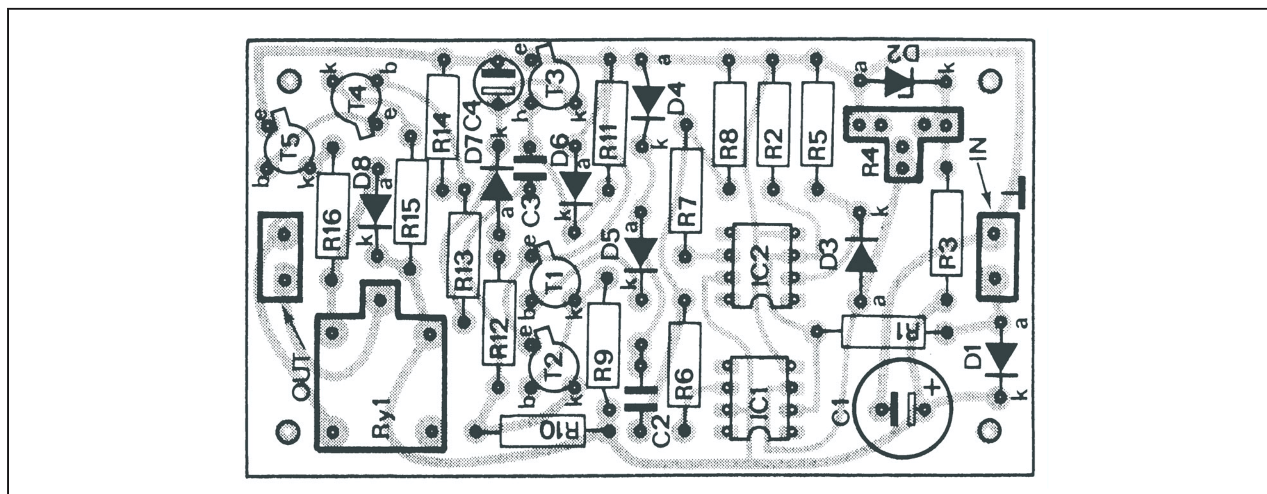
D1	1N4004
D2	zenerdiode, 6,2 V, 400 mW
D3-D8	1N4148
T1-T5	BC107
IC1,IC2	3140, mini-DIL

DIVERSEN

1	printrelais Hosiden, TRMO-100
2	printkroonsteentje, tweepolig

Vandaar het netwerkje C3, R11 en D6. Deze onderdelen vormen een snelle differentiator. Alleen de snelle voorflank van een puls wordt door dit netwerkje doorgelaten naar de basis van transistor T3. Deze geleidt en ontlaadt de condensator C4. De stroom die, als gevolg van een smalle puls op de collector van T2, door D7 en R12 naar C4 wil vloeien, wordt afgeleid naar de massa door de geleidende transistor T3.
Het zal duidelijk zijn dat dit systeem geen merkbare invloed heeft als de brede stuurpulsen aanwezig zijn. T3 geleidt immers maar heel eventjes en nadien kan C4 met volle teugen genieten van de hem tegemoetkomende stroom.
De rest van de schakeling behoeft nauwelijks commentaar. R13 en R14 vormen een belasting voor de elco C4 zodat deze zich, als het kanaal waarop de ontvanger is afgestemd wordt uitgeschakeld, vrij snel kan ontladen. Tevens verzorgen deze twee weerstanden de sturing voor de darlingtoncombinatie T4 en T5. De in de prototypen gebruikte relais zijn van Hosiden, type TRMO-100. Deze relais kunnen de netspanning schakelen, zijn klein en bovendien erg goedkoop. Nadelen zijn het hoge stroomverbruik van 100 mA en de lage spoelspanning van 5 V. Zodoende moet men een voorschakelweerstand opnemen (R16), waar heel wat vermogen in verloren gaat.

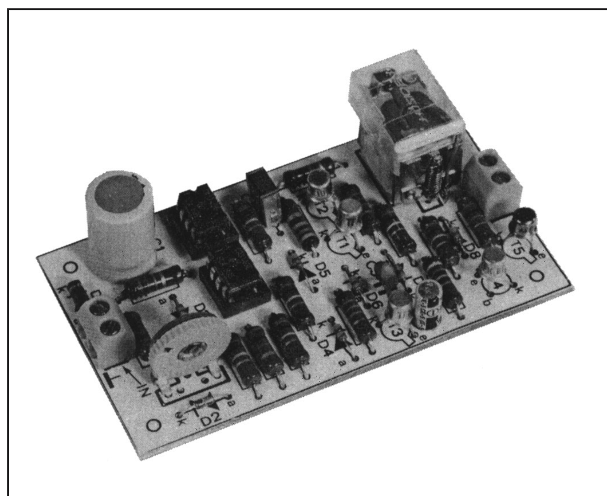
14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-18: De componentenopstelling van de ontvanger.

De praktijk

Het systeem in de praktijk
Het is ondoenlijk voor de zender een print te ontwerpen. De opbouw van deze schakeling hangt immers volledig af van uw individuele wensen, wat betreft aantal kanalen en besturingsmogelijkheden.



Figuur 4/14.73-19: De eenvoudige kant-en-klare ontvanger.

De ontvangers zijn wel op print te zetten, omdat deze schakelingen steeds identiek zijn.

Figuur 4/14.73-17, op de laatste pagina van dit hoofdstuk, geeft het printje, waarbij figuur 4/14.73-18 als gids en plattegrond dient. Figuur 4/14.73-19 geeft een idee van een compleet gemonteerde ontvanger.

Afregelen van een ontvanger
Het afregelen van de ontvangers gaat als volgt. Verbindt een ontvanger met de uitgang van de zender. Schakel op de zender het kanaal, waarop de ontvanger moet reageren, in. Verdraai de instelpotentiometer R4 op de ontvangerprint tot het relais inschakelt. De instelpotentiometer wordt ingesteld in het midden van het inschakelgebied.
Nadat alle ontvangers zijn afgestemd is het systeem operationeel.

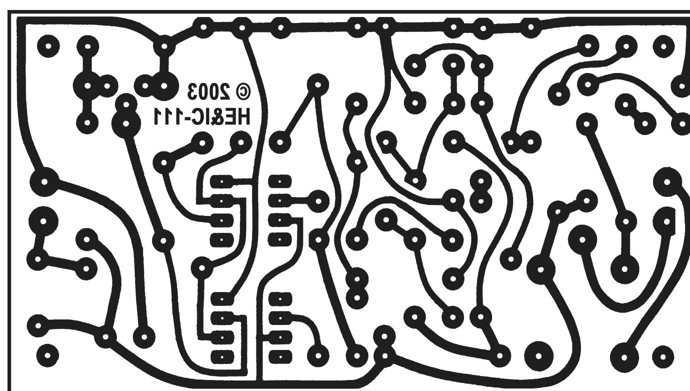
Meer kanalen
Wilt u meer dan de vijf beschreven kanalen, dan zult u in de eerste plaats de zender onder handen moeten nemen. Een systeem met acht kanalen wordt gerealiseerd door de 7490 te vervangen door een 16-deler 7493, de 7442 door een 74154 (binair naar 16-lijn decoder) en één 7404 extra te monteren. De acht on-

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

even uitgangen van de 74154 sturen dan acht inverters.
Natuurlijk moet u ook de stuurbare spanningsdeler uitbreiden. Wilt u 2 V verschil tussen de inschakelniveaus handhaven, dan zult u de voedingsspanning van het geheel moeten verhogen. Bij een voedingsspanning van 20 V in plaats van 15 V worden de niveaus dan 4 V, 6 V, . . ., 16 V en 18 V.
De waarde van de weerstanden Rx uit de spanningsdeler volgt uit de formule:
Rx = Ux / [10 - Ux] (kΩ)
waarbij U_x de schakelspanning voorstelt en uitgegaan wordt van R2 = 1 kΩ.
Bij de ontvangers zal alleen de waarde van de zenerdiode moeten worden verhoogd tot 9,2 V.
Grotere systemen zijn in principe mogelijk, maar dan zal uw eigen inventiviteit flink worden aangesproken. Het digitale gedeelte wordt dan uiteraard flink uitgebouwd, de clockfrequentie van de zender moet opgeschroefd, de nauwkeurigheid van de inschakelniveaus moet groter zijn. Door het feit dat deze dan dichter bij elkaar liggen zal ook de ontvanger onder de loupe moeten worden genomen. Natuurlijk kan men de siliciumdiode, waarmee de twee referenties onderling op 0,7 V worden gefixeerd, vervangen door een germanium soortgenoot. De vensterbreedte wordt dan 0,3 V. Duidelijk is dat de stabiliteit van de zenerspanning erg groot moet zijn.

Filosoferen over het systeem
Wij hebben niet voor niets zoveel aandacht aan deze schakeling geschonken. Doordenkend komt men erg snel tot het besluit dat het principe van deze schakeling voor verschillende toepassingen erg bruikbaar is. Wat te denken bijvoorbeeld van een inbraakalarm, waarbij de verschillende sensoren door middel van een twee-aderige kabel worden verbonden met de “moeder”-schakeling en waarbij niet alleen de voeding voor de sensoren over deze kabel wordt getransporteerd maar bovendien informatie over welke sensor een inbraak heeft vastgesteld? Iedere geactiveerde sensor zet dan een puls met een bepaalde amplitude op de lijn, hetgeen de “moeder” door middel van eenzelfde soort vensterdiscriminatoren als hier beschreven kan detecteren.
Als men de frequentie van het systeem flink zou kunnen opvoeren (bijvoorbeeld tot enige honderden kHz) dan kan het principe worden gebruikt voor het opbouwen van een one-line intercom, of meer algemeen, voor het transporteren van verschillende LF-signalen over één kabel. De verschillende schakelniveaus worden dan AM-gemoduleerd met de te transporteren signalen. In de ontvangers worden deze samples opgeslagen in een analoog geheugen en nadien omgevormd in een hoorbaar signaal. Door middel van het variëren van de drempel van de discriminator kan men een ontvanger op ieder gewenst LF-kanaal afstemmen.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel



Figuur 4/14.73-17: De print voor een ontvanger.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

14.73 Vijf belastingen besturen met één twee-aderige kabel

4/15

Schakelingen voor licht-regeling

Inhoud

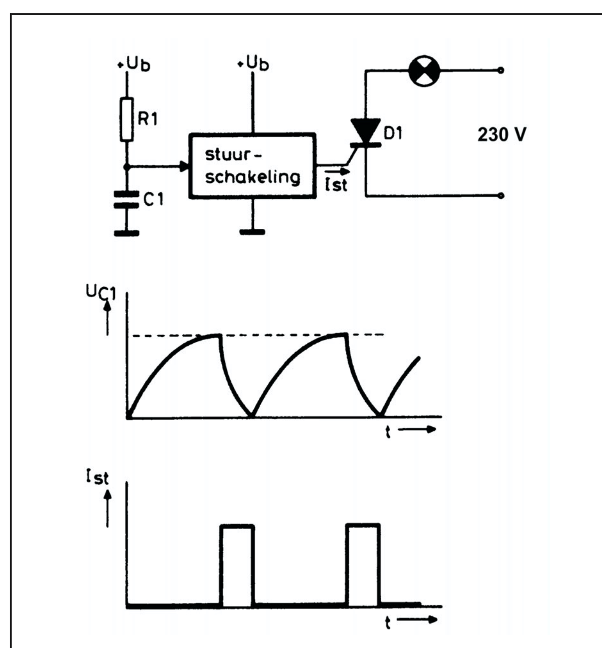
4/15.24

Knipperlicht besturing voor 230 V

Inleiding
Het lijkt er vaak op dat ontwerpers van elektronische schakelingen eerder uitgaan van hun laboratoriumsituatie dan van de praktijk van de nabouwer van hun prachtige verzinsels. De vraag: kan hetzelfde niet eenvoudiger en goedkoper wordt blijkbaar uiterst zelden gesteld. Mooie voorbeelden zijn de schakelingen voor het laten knipperen van lampen. Schakelingen, die vaak voor eenmalig gebruik bij een feestje, een speciale etalage-inrichting of een kraampje op een fancy-fair worden nagebouwd en bijgevolg zo goedkoop mogelijk moeten zijn. Als daarvoor dan ontwerpen worden beschreven, die naast de eigenlijke schakeling ook nog eens een voeding van pakweg twintig euro nodig hebben, gaat de lust om het ding na te bouwen snel over.

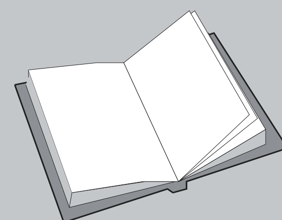
Een goedkoop alternatief
Dat het anders kan, bewijst deze knipperlicht schakeling. Een uiterst eenvoudig ontwerpje, waar slechts acht onderdelen nodig zijn voor het bereiken van het gewenste resultaat: het laten knipperen van een door 230 V wisselspanning gevoede lamp.

Het voedingsprobleem opgelost
Alle schakelingen, ontworpen voor het laten knipperen van een lamp, zijn opgebouwd volgens het basisidee van figuur 4/15.24-1.



Figuur 4/15.24-1: De basisschakeling.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/3.14
Hoofdstuk 4/15.10

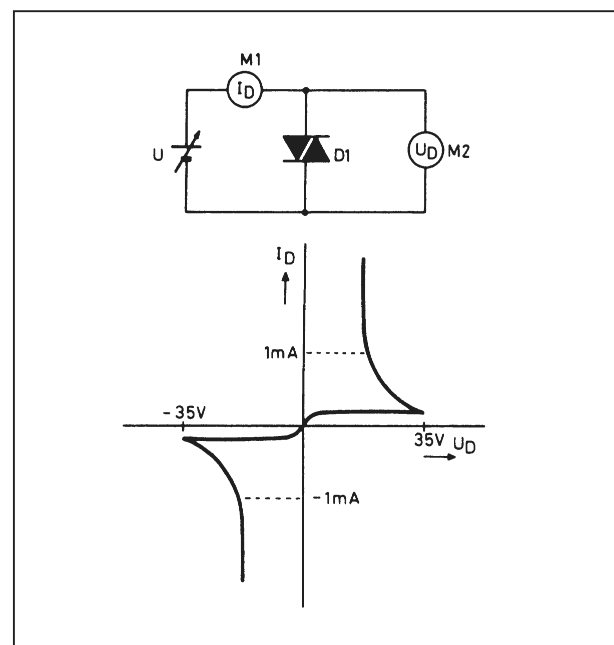


15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

Een condensator C1 wordt via een weerstand R1 opgeladen uit een positieve spanning. De langzaam stijgende condensatorspanning U_{C1} wordt in een stuurschakeling vergeleken met een constante spanning. Als de spanning over de condensator gelijk wordt aan deze referentie, dan zal de stuurschakeling gedurende een bepaalde tijd een stroom in de gate van een thyristor of triac sturen en tezelfdertijd de condensator ontladen. De in de netspanningskring opgenomen lamp gaat dan even branden en bovendien herhaalt de beschreven cyclus zich. De condensator kan weer opladen, na enige tijd treedt de stuurschakeling in werking en de lamp krijgt opnieuw een spanningsopdonder. Allerlei soorten elektronische onderdelen willen figureren in de stuurschakeling. Men kan een als comparator geschakelde operationele versterker gebruiken, een 555-timer is als het ware voor deze klus geschapen, men kan een oude uni-junction transistor van stal halen, met twee gewone transistoren gaat het ook en wie zich trendvolger noemt kan zelfs een beroep doen op speciaal voor dit doel ontworpen IC'tjes.
Kortom, keuze te over. Het vervelende is dat al die onderdelen een voedingsspanning nodig hebben, variërende van 5 V tot 30 V. Hetgeen dadelijk tot gevolg heeft, dat er een heus voedinkje op de proppen moet komen, met trafo, brugcel en afvlakelco. Natuurlijk kan men proberen deze voedingsspanning rechtstreeks uit de netspanning af te leiden. In principe gaat dat zeer eenvoudig met een diode, een weerstand, een zenerdiode en een afvlakcondensator. Het bezwaar is dat het verschil tussen de netspanning en de noodzakelijke voedingsspanning over die weerstand valt. Deze grote spanning zorgt, zelfs bij een zeer geringe voedingsstroom, voor flink wat vermogensdissipatie in de weerstand. Hetgeen, ongewild, tot gevolg heeft dat onze knippercentrale net zo bruikbaar wordt voor het warmhouden van de koffie. Gelukkig is er een onderdeel beschikbaar dat de rol van stuurschakeling graag wil vervullen en er zelfs geen voedingsspanning voor in ruil vraagt: de diac.

De diac

Een diac is, dat zal iedereen weten, een soort dubbele diode, die hoofdzakelijk wordt gebruikt voor het sturen van triac's. Het symbool van zo'n diode is getekend in figuur 4/15.24-2, waar tevens een meetschakelingetje wordt voorgesteld, waarmee we de karaktertrekken van een diac kunnen ontleden.



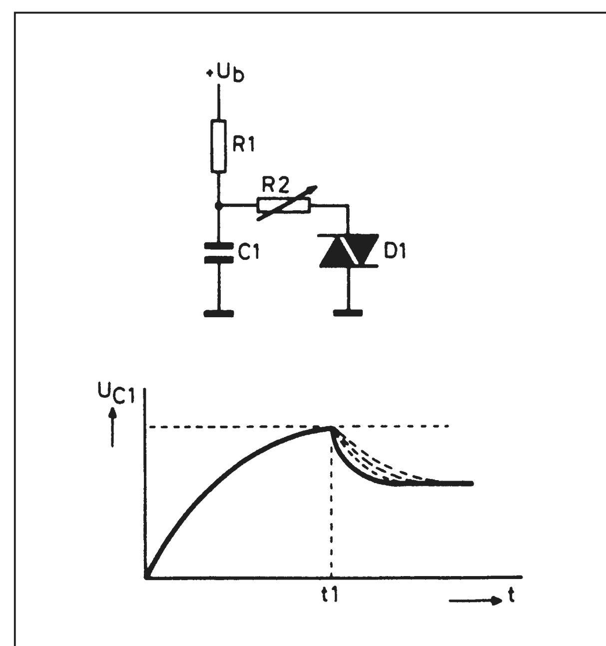
Figuur 4/15.24-2: De karakteristieken van een diac.

Het onderdeel wordt aangesloten op een regelbare gelijkspanningsbron, met

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

tussenschakeling van een ampèremeter. Over de diac staat een gelijkspanningsmeter. De bedoeling van deze meetschakeling is het onderzoeken van het verband tussen de spanning over de diode en de stroom door de diode. Dat gaat als volgt. We maken een grafiek, zoals in figuur 4/15.24-2 voorgesteld, waarop we twee assen uitzetten, een voor de stroom en een voor de spanning. We voeren de spanning van de regelbare voeding stapsgewijs op en na iedere stap lezen we de twee meters af.
Deze twee meetgegevens kunnen we in de grafiek uitzetten door een puntje te tekenen op het snijpunt van een verticale en horizontale lijn. De horizontale lijn stelt de afgelezen stroom voor, de verticale de gemeten spanning. Zo'n grafiek noemt men de I/U- of stroom/spanning-karakteristiek van de diac. De meeste elektronische onderdelen kunnen worden gekarakteriseerd door een dergelijk tekeningetje.
Wat vertelt deze stroom/spanning-karakteristiek ons over het gedrag van een diac? Wel, als we de spanning over het onderdeel laten stijgen, stellen we vast dat de stroom die door de diac vloeit verwaarloosbaar klein is en bovendien vrij constant.
Plotseling echter, bij een spanning van ongeveer 35 V, gaat de stroom fors stijgen, terwijl de spanning daalt tot ongeveer 15 V.
Het verhogen van de batterijspanning heeft nu geen invloed meer op de spanning over de diac. Deze blijft constant, terwijl de stroom blijft stijgen.
We kunnen dus de diac als een soort elektronische schakelaar beschouwen, die open blijft tot de spanning over het onderdeel gestegen is tot ongeveer 35 V. Nadien sluit de schakelaar, laat dus stroom door, maar er blijft wel een flinke spanning van ongeveer 15 V over het onderdeel staan. Uit de grafiek blijkt bovendien, dat de diac dit gedrag zowel voor positieve als voor negatieve spanningen vertoont. De diac is een symmetrische diode en vandaar dat men tevergeefs naar de bekende kathode-ring op de behuizing zal zoeken. Een diac kan rustig omgepoold worden, zonder dat de werking van een schakeling wordt verstoord.

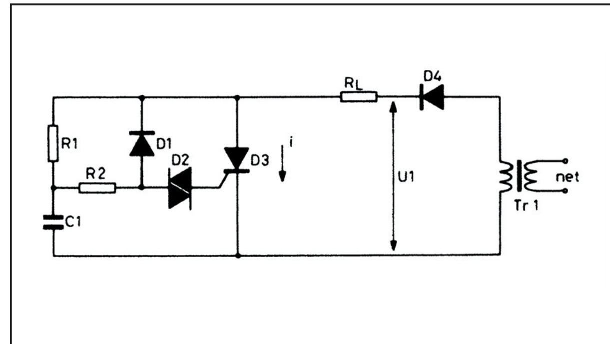
De diac met een RC-kring
In de vorige paragraaf hebben we bewezen dat een diac op een bepaald moment stroom gaat geleiden als de spanning over het onderdeel langzaam wordt opgevoerd. Zo'n langzaam stijgende spanning kunnen we automatisch opwekken door middel van een RC-kring. In figuur 4/15.24-3 is deze schakeling in zijn meest eenvoudige, zij het praktisch niet bruikbare, vorm getekend.



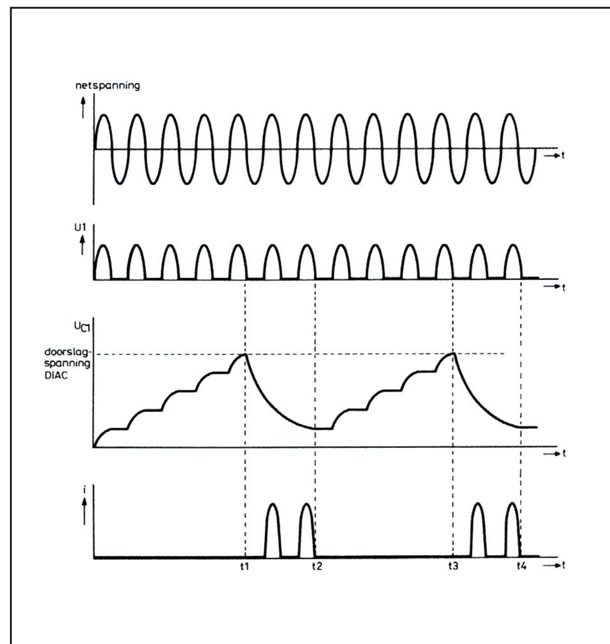
Figuur 4/15.24-3: Het voeden van een diac uit een RC-kring.

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

Een condensator C1 wordt opgeladen uit een positieve spanning $+U_b$ via een weerstand R1. Over de condensator is een diac geschakeld, in serie met een regelbare weerstand R2. Bij het aanschakelen van de voeding zal de diac niet geleiden. De spanning over het onderdeel is immers te klein. De condensator C1 kan dus ongehinderd opladen, zodat de spanning over dit onderdeel langzaam zal stijgen. Op een bepaald moment t1 wordt de spanning over de condensator (die gelijk is aan de spanning over de diac, er vloeit immers geen stroom) gelijk aan de doorslagspanning van de diac. De diac gaat geleiden, er vloeit stroom door de seriekring R2-D1. De condensator zal zich vrij snel ontladen tot de restspanning van de diac. Een en ander gebeurt alleen als de waarde van R2 vele malen kleiner is dan de waarde van R1. Alleen dan zal de ontlaadstroom door eerstgenoemde weerstand groter zijn dan de laadstroom door R1 en kan de spanning over de condensator dalen. De ontlaadsnelheid is uiteraard afhankelijk van de waarde van R2. Hoe groter dit onderdeel, hoe trager de condensatorspanning daalt.
Met dit eenvoudige systeem kan men een zeer goed werkende knipperlichtcentrale opbouwen, zoals het schema van figuur 4/15.24-4 bewijst. Voorwaarde is dat de schakeling niet wordt gevoed met een gelijkspanning maar met een enkele-alternantie gelijkgerichte wisselspanning. Alleen de positieve gedeelten van deze spanning worden aan de schakeling aangeboden.
Voelt u de rechtstreekse netvoeding in de verte opduiken, lezer?
In het getekende schema wordt de belasting, bijvoorbeeld een lamp en voor de gelegenheid voorgesteld door het symbool R_L, nog gevoed uit een transformator.



Figuur 4/15.24-4: Het basisschema van de schakeling.



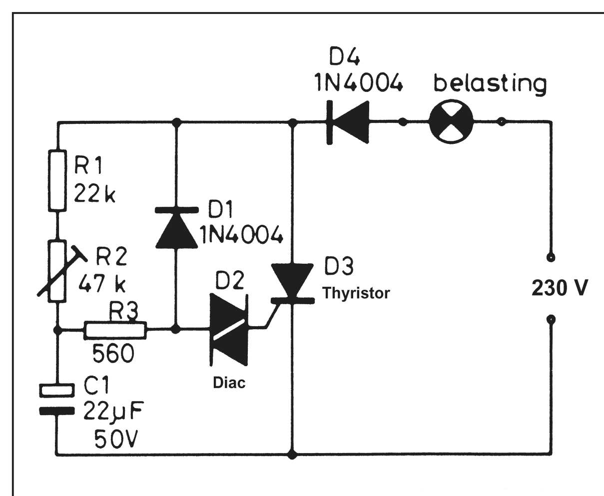
Figuur 4/15.24-5: De timingdiagrammen van de schakeling van figuur 4/15.24-4.

Door middel van de diode D4 worden alleen de positieve alternanties als voeding aan de schakeling aangeboden. De combinatie R1-C1-R2-D2 komt bekend voor. Het enige verschil met de in de vorige afbeelding getekende schakeling is dat de diac niet rechtstreeks met de massa is verbonden. Hij stuurt de gate van de thy-

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

ristor D3. Extra is een diode D1, geschakeld tussen R2-D2 en de anode van de thyristor.
De werking van de schakeling wordt toegelicht aan de hand van de grafieken in figuur 4/15.24-5. Bij het aanschakelen van de voeding zal de thyristor niet geleiden. De condensator C1 is immers volledig ontladen en de gate van de thyristor kan nergens stroom vandaan halen. C1 zal zich dus langzaam opladen. Bij iedere positieve alternantie van de wisselspanning zal de spanning over dit onderdeel enigszins stijgen. Na een bepaalde tijd, namelijk op tijdstip t1, wordt de condensatorspanning gelijk aan de doorslagspanning van de diac. Dit onderdeel slaat door, er vloeit een stroom in de gate van de thyristor. Dit onderdeel geleidt, de belasting wordt met de massa verbonden en voert bijgevolg stroom.
Ook de diode D1, die tot nu toe niet actief was, gaat geleiden. Haar kathode wordt met de massa verbonden, via de geleidende thyristor. De condensator C1 zal door twee stromen worden ontladen. Enerzijds de diac-stroom, die door R2 en D2 in de gate van de thyristor vloeit, anderzijds een veel grotere stroom door R2 en D1. De spanning over C1 daalt zeer snel, afhankelijk van de waarde van R2. Het gevolg is dat de thyristor na enige tijd (tijdstip t2) weer gaat sperren. De gate-stroom is dan te klein geworden om de thyristor bij een volgende positieve alternantie weer in geleiding te sturen. De tijdsduur van geleiden (van t1 tot t2) is afhankelijk van de grootte van de weerstand R2.
Na t2 start de cyclus opnieuw. Tussen t2 en t3 laadt de condensator op, op t3 stuurt de diac een ontsteekstroom in de gate van de thyristor, deze geleidt wat tot gevolg heeft dat de condensator ontlaadt via R2 en D1. De belasting wordt dus doorlopen door een pulserende stroom en zowel de aan- als de uittijd is te regelen door het variëren van de weerstandswaarden R1 en R2.

Het praktisch schema
De praktische schakeling is getekend in figuur 4/15.24-6. De schakeling is met de goedkoopst mogelijke onderdelen opgebouwd: twee 1N4004 dioden, een 400 V, 6 A thyristor en een ordinaire diac. Met deze onderdelen kan de schakeling een maximaal vermogen van 1.000 W sturen, meer dan genoeg voor normaal gebruik.



Figuur 4/15.24-6: Het volledig schema van de schakeling.

Door middel van de instelpotmeter R2 kan men het aantal lichtflitsen per seconde instellen. Met de elco van 22 µF loopt het gebied van 2 flitsen per seconde tot 1 flits om de 5 seconden.

De bouw van de schakeling
Figuur 4/15.24-7, op de laatste pagina van dit hoofdstuk, geeft het printontwerpje voor deze schakeling, de bestukking volgt uit figuur 4/15.24-8.

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1	22 kΩ	
R3	560 Ω	

INSTELPOTENTIOMETER, STAAND, 10 x 5 mm

R2	47 kΩ	

CONDENSATOREN

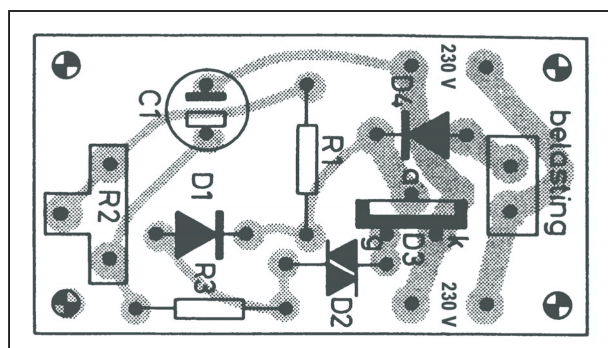
C1	22 µF	50 V printelco

HALFGELEIDERS

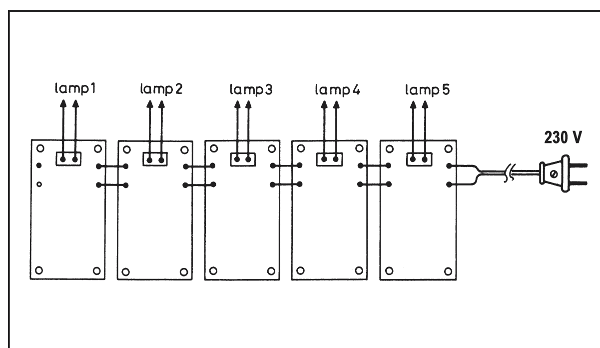
D1,D4	1N4004
D2	diac
D3	thyristor, 400 V, 6 A

DIVERSEN

1	printkroonsteentje, 2-polig
4	printsoldeerlipje



Figuur 4/15.24-8: De componentenopstelling van de schakeling.

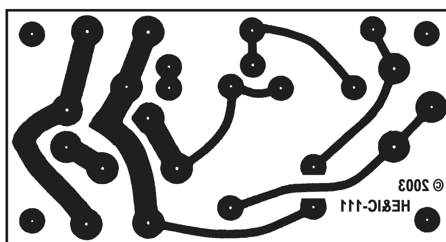


Figuur 4/15.24-9: Het cascaderen van meer dan een printje.

Dit printje is zo ontworpen, dat de twee netspanningssporen één doorlopende verbinding vormen. U kunt dus een aantal printjes naast elkaar opstellen, zoals getekend in figuur 4/15.24-9.
Door middel van twee draadbruggetjes tussen de printen gaat de netspanning van print naar print.
De thyristor wordt loodrecht op de print gemonteerd, waarbij de metalen bevestigingslip naar de diac D2 wordt gericht.

Levensbelangrijke opmerking
Deze schakeling is rechtstreeks verbonden met de 230 V netspanning. Dat betekent dat alle punten van de print via een kleine weerstand met de fase van het net zijn verbonden. ***Aanraken van de print kan dus dodelijk zijn!*** Als u met een werkende schakeling wilt experimenteren, gebruik dan altijd een 1/1 scheidingstrafo, zodat de schakeling niet met de fase van het net is verbonden.

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V



Figuur 4/15.24-7: De print voor de schakeling

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

15.24 Knipperlicht besturing voor 230 V

5/20

CD-uitbreidingen: DVD, Digital Versatile Disk

Inhoud

5/20.2

DVD formaten en hun specificaties

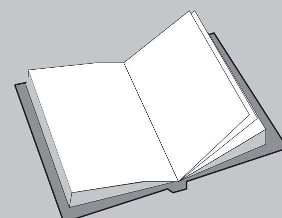
Inleiding

Een grote chaos
In 1996, toen de CD-R nog niet eens aan de opmars was begonnen, werd DVD-Video gelanceerd in samenwerking met enkele kopstukken uit de filmwereld en elektronicaconcerns. Het jaar daarop was chaotisch wat de DVD standaard betreft: in 1997 werden drie verschillende brandstandaarden in het leven geroepen. Twee door het DVD Forum (DVD-RAM en DVD-R) en één door een coalitie van zes grote bedrijven, die hun eigen standaard openbaarden (DVD+RW).
Op dit moment ondervindt u de gevolgen van die besluiten, want deze drie standaarden liggen nu in de winkel, maar hebben allemaal andere eigenschappen.
In dit hoofdstuk gaan wij een poging wagen orde in deze chaos te scheppen.

Het DVD Forum
Het DVD Forum werd in 1995 opgericht onder de toenmalige naam “DVD Consortium”, door tien bedrijven: Hitachi, Matsushita (Panasonic), Mitsubishi, Pioneer, Philips, Sony, Thompson, Time Warner, Toshiba en Victor. Het is een internationale vereniging van hardwareproducenten, softwarebedrijven en andere gebruikers van de Digital Versatile Disk (DVD). Het forum is opgezet om ideeën en informatie uit te wisselen over het DVD formaat en haar technische mogelijkheden, verbeteringen door te voeren en nieuwe mogelijkheden te implementeren. Het forum promoot de wereldwijde inburgering van DVD producten via entertainment, consumenten elektronica en de IT-industrie. Ook beheert het DVD Forum de logo’s voor DVD-ROM, -Audio en -Video, waarvoor royalties betaald moeten worden. Leden van het forum zijn niet verplicht om één standaard te steunen en andere uit te sluiten. Naast DVD als videomedium wordt speciale aandacht gegeven aan het DVD-RAM en DVD-R(W) formaat.

De officiële standaarden
Op dit moment zijn er zes DVD formaten goedgekeurd door het DVD Forum:

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/17.2
Hoofdstuk 5/19.1
Hoofdstuk 5/20.1



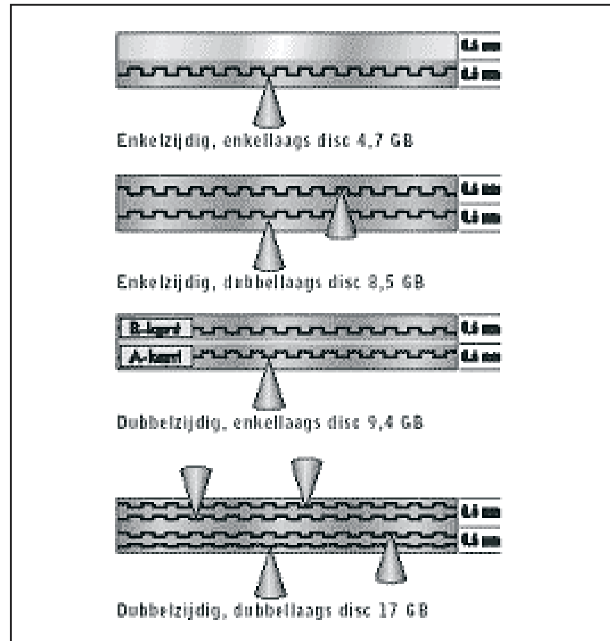
20.2 DVD formaten en hun specificaties

- DVD-ROM;
- DVD-Video;
- DVD-Audio;
- DVD-RAM;
- DVD-R;
- DVD-RW.

DVD-ROM
DVD-ROM is ontwikkeld als een medium voor het distribueren van computer- en videodata. Dit medium wordt vooral gebruikt bij voorbedrukte DVD's vanuit grote productiefabrieken. Er bestaan verschillende capaciteiten:
- DVD-5:
  single layer, single sided, 4,7 GB capaciteit
- DVD-10:
  single layer, double sided, 9,4 GB capaciteit
- DVD-9:
  dual layer, single sided, 8,5 GB capaciteit
- DVD-17:
  dual layer, double sided, 17 GB capaciteit

De dual layer wordt op dit moment nog niet echt gebruikt in productie omgevingen.
De structuur van deze vier DVD's is voorgesteld in figuur 5/20.2-1.

DVD-Video
DVD-Video is een distributiemedium voor films, gebaseerd op DVD-5. Een schijfje kan maximaal 133 minuten MPEG-2 video bevatten met meerdere audiokanalen. Dit medium is uitermate geschikt voor massaproductie doeleinden. Na wat vertragingen met het invoeren van regiocodes en de verschillen tussen NTSC en PAL is DVD-Video inmiddels doorgebroken als vervanger van de vroegere VHS-markt.



Figuur 5/20.2-1: Een doorsnede door de vier formaten DVD-ROM.

DVD-Audio
DVD-Audio is ook gebaseerd op DVD-5. DVD-Audio ondersteunt multi-kanaal geluid, 24 bit sampling met 192 kHz bandbreedte en multi-media opties. Dit formaat wordt inmiddels toegepast in consumenten DVD spelers. Vooral Sony is actief met dit formaat in zijn Super Audio Compact Disc (SACD) spelers, die allemaal DVD-Audio ondersteunen.

DVD-RAM
DVD-RAM (re-writable) is een verwijderbaar medium bedoeld voor de opslag van computerdata, archivering en backup. Op dit moment zijn de volgende media beschikbaar:
- single sided 2,6 GB;
- double sided 5,2 GB;
- single sided 4,7 GB;
- double sided 9,4 GB.

Op dit moment is DVD-RAM het beste formaat voor het bewaren van computerdata.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-R
DVD-R is een write-once medium voor computerdata. Het medium is opgesplitst in twee formaten: Authoring (A) en General (G). Authoring wordt gebruikt voor professionele DVD-R applicaties, prototypen en het controleren van DVD-Video titels. General wordt gebruikt voor homevideo applicaties. Deze DVD's worden opgenomen met videorecording apparaten. Het formaat leent zich uitstekend voor het archiveren, zekerstellen en distribueren van computerdata.

DVD-RW
DVD-RW is een re-writable formaat dat een grote compatibiliteit heeft met DVD-R en DVD-ROM drives. Het formaat is bedacht ter vervanging van de videorecorder. Deze spelers kunnen ook DVD-Video afspelen en opnemen van de televisie.

De DVD+RW Alliantie
De DVD+RW Alliantie is een concurrerende groep van PC, optical storage en elektronica fabrikanten. De groep heeft tot doel om een universeel, compatible en herschrijfbaar DVD formaat te promoten om elektronica- en PC-apparatuur op elkaar aan te laten sluiten. De DVD+RW standaard is officieel niet door het DVD Forum erkend, maar heeft wel baat bij de algemene promotie van het forum voor DVD. De alliantie had bezwaren tegen de DVD-R(W) standaard zoals die door Pioneer voorgesteld werd en door het DVD Forum goedgekeurd. Volgens de Alliantie heeft het DVD+RW formaat voordelen op DVD-R(W). Zo zouden de fysieke parameters van DVD+RW compatibel zijn met die van DVD-ROM. De reflectie zit in dezelfde rangorde en de dichtheid is gelijk als een enkel laags DVD-ROM. Desondanks blijkt uit deze woorden dat 100 % compatibiliteit niet te garanderen. “In dezelfde rangorde” is immers niet helemaal hetzelfde.

DVD+RW
De DVD+RW Alliantie heeft dus een eigen DVD formaat op de markt gebracht: DVD+RW. Volgens de uitvinders garandeert dit formaat volledige uitwisselbaarheid met alle soorten DVD spelers. Het formaat is speciaal bedoeld om de huiskamer videorecorder te vervangen. Daardoor heeft het ook beperkingen. Zo worden alle opnamen achter elkaar op het schijfje gezet en kan alleen een opname zonder problemen vervangen worden als de nieuwe opname niet langer is dan de oude.

Onderscheidende kenmerken
Onderscheidende kenmerken van de formaten zijn:
- De beschrijfbaarheid en herschrijfbaarheid.
- Het schrijfproces.
- De wijze van formatteren, dat wil zeggen de wijze waarop het opslaggebied is verdeeld in segmenten en partities. De formattering helpt de DVD speler bij het snel vinden van een specifieke plaats op de DVD en het helpt de DVD recorder om gegevens zo efficiënt mogelijk op te slaan.
- De maximale opslagcapaciteit, die kan variëren van 2,6 GB tot 9,7 GB.

Compatibiliteit
Een belangrijk probleem! Als u een DVD speler of recorder koopt, dan wilt u er natuurlijk zeker van zijn dat dit apparaat alle formaten leest. Welnu, op dit moment is dat nog steeds een probleem.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

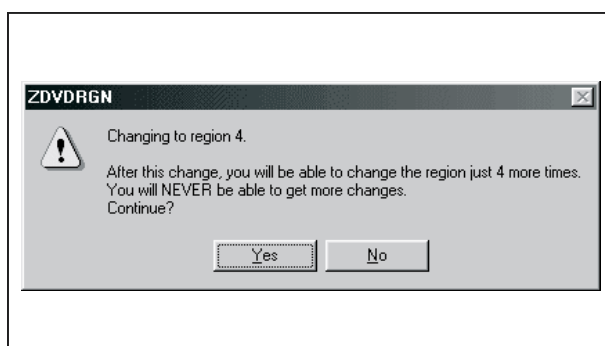
DVD Disc Format	Type of DVD Unit											
	DVD Player		DVD-R(G)		DVD-R(A)		DVD-RAM		DVD-RW		DVD+RW	
	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W
DVD-ROM	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-R(G)	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD-R(A)	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-RAM	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No
DVD-RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD+RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes
CD-R	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
CD-RW	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Figuur 5/20.2-2: Een compatibiliteitslijst waaruit u kunt afleiden welke DVD-formaten door welke DVD-apparaten worden ondersteund.

DVD-ROM schijfjes kunnen in vrijwel alle spelers worden afgespeeld. DVD-RAM was een kansrijk formaat voor computertoepassingen, maar lijkt door de ontwikkelingen te zijn ingehaald. De DVD-RW en DVD+RW formaten vormen twee concurrerende kampen. DVD's zijn niet zonder meer uitwisselbaar tussen beide kampen, tenzij de speler beide formaten ondersteunt. De DVD+RW is geschikter voor computertoepassingen, terwijl dit formaat net als de andere formaten geschikt is voor films. De DVD+RW lijkt anno 2003 het meest kansrijke formaat te zijn om de algemeen geaccepteerde standaard voor computertoepassingen te worden. Dit formaat wordt ondersteund door invloedrijke bedrijven als Microsoft, Dell, Hewlett-Packard, Mitsubishi, Philips, Ricoh, Sony, Thomson en Yamaha.
Om u een inzicht te geven in dit probleem hebben wij in de tabel van figuur 5/20.2-2 een volledige compatibiliteitslijst opgesteld, waar alle formaten en alle beschikbare DVD spelers en recorders tegen elkaar worden uitgezet. Zoals u ziet bestaat er geen enkele DVD-speler die alle formaten de baas kan!

Het probleem regiocode
Zoals u wellicht weet is er nog een tweede probleem dat het afspelen van een willekeurige DVD op een willekeurig apparaat in de weg staat: de regiocode. Een systeem dat werd ingevoerd onder druk van de grote filmmaatschappijen en dat moest verhinderen dat een Amerikaanse DVD-Video op een Europese DVD speler kon worden afgespeeld.
In principe kunnen alle DVD formaten zo'n regiocode bevatten. De standaard voor commerciële DVD spelers schrijft voor dat de spelers alleen DVD's met hun eigen regiocode mogen afspelen. Hierdoor kunnen de filmmaatschappijen, om commerciële en logistieke redenen, de vrijgave en prijzen van DVD's in

verschillende delen van de wereld beheersen. Veel moderne DVD spelers negeren echter de regiocode, of kunnen door middel van een eenvoudige ingreep regiovrij worden gemaakt.
Alle DVD spelers die na december 1999 verkocht zijn, moeten voldoen aan de normen van de RPC2 (Region Protection Code) die door de filmindustrie zijn vastgesteld. Bij DVD spelers die u in uw PC monteert en die aan de RPC2-normen voldoen, kunt u de DVD regiocode vijf keer wijzigen. Telkens als u de regiocode wijzigt, krijgt u een waarschuwing zoals afgebeeld in figuur 5/20.2-3 in beeld.



Figuur 5/20.2-3: Uw DVD speler in uw PC kan zijn interne regiocode vijf keer wijzigen.

Na de vijfde wijziging wordt de laatst ingestelde regiocode vastgehouden, welke niet meer kan worden gewijzigd.
Onze planeet is verdeeld in een zestal regiocodes die zijn ingedeeld zoals in figuur 5/20.2-4 is aangegeven.

- Regiocode 0:
  Afspeelbaar in alle regio’s.
- Regiocode 1:
  Verenigde Staten, Canada.
- Regiocode 2:
  Europa, Groenland, Zuid Afrika, Lesotho, Swaziland, Japan, Egypte en het Midden-Oosten.
- Regiocode 3:
  Zuidoost Azië, Zuid Korea, Hong Kong, Indonesië, Philipijnen, Taiwan.
- Regiocode 4:
  Australië, Nieuw Zeeland, Mexico, Centraal Amerika, Zuid Amerika.
- Regiocode 5:
  Rusland, andere voormalige landen van de Sovjet-Unie, Oost-Europa, het Indiase werelddeel, Mongolië, Afrika.
- Regiocode 6:
  China.
- Regiocode 7:
  Gereserveerd voor toekomstig gebruik.
- Regiocode 8:
  Internationale gebieden zoals vliegtuigen, schepen, etc.

Er kwamen regio-0 spelers op de markt die elke schijf afspeelden. De filmmaatschappijen reageerden hierop door DVD schijven te maken die niet in regio-0 spelers kunnen worden afgespeeld.



Figuur 5/20.2-4: De regiocodes overzichtelijk in beeld gebracht.

Regional Code Enhancement
De regiocode kunt u inmiddels gemakkelijk kraken, het Internet staat vol met tip’s hoe u dit kunt doen. Bovendien

20.2 DVD formaten en hun specificaties

worden er zogenaamde “regiovrije” DVD spelers aangeboden. Vandaar dat er een nieuwe systeem wordt ingevoerd. Voor het eind van 2003 zullen de Amerikaanse filmstudio’s Warner Brothers en Columbia Tristar een nieuwe authorisatie-methode invoeren, zodat hun DVD videotitels niet gebruikt kunnen worden in combinatie met regiovrije DVD spelers.
De studio’s noemen deze ontwikkeling “Regional Code Enhancement”, oftewel RCE. De nieuwe DVD’s testen bij het initialiseren of de speler inderdaad beperkt is tot een regiocode en geven anders geen film weer. In plaats van de film tonen de regiovrije DVD spelers een waarschuwing dat de DVD alleen voor niet gemodificeerde regio-1 spelers is bedoeld. Om de schijf af te kunnen spelen moet u dus een DVD speler hebben, die voor de specifieke regio is gemasterd. De eerste filmtitels met RCE zijn waarschijnlijk “The Perfect Storm” (Warner) en “The Patriot” (Columbia Tristar).

Verbetering?
Met name DVD-fans, die een High-End DVD speler hebben gekocht en deze daarna voor grof geld met een modificatie bevrijd hebben van de regiocode, zullen aan de komende “verbetering” van de regiocode geen plezier beleven: de meeste DVD’s die in Europa verkocht worden missen het bonusmateriaal dat wel op de Amerikaanse DVD’s is te vinden.
Het is nog onduidelijk in hoeverre de verscherping van de regiocode van toepassing is op DVD-ROM drives, die de regiocode niet intern vastleggen (RPC-I). Het is zowel mogelijk dat de RPC-I drives de met RCE “verbeterde” schijven niet afspelen als wel.

DVD-ROM

Inleiding
DVD-ROM (Read Only Memory) is een DVD formaat met een gelijkaardige technologie als die van de bekende DVD-Video, maar met een meer computervriendelijke bestandsstructuur. Het DVD-ROM formaat werd ontworpen om hetzelfde soort data te bevatten als de CD-ROM en wordt gebruikt in PC’s. DVD-ROM’s kunnen zeven maal zoveel data bevatten als CD-ROM’s (4,7 GB in plaats van de 650 MB van de CD-ROM). DVD-ROM drives hebben een gemiddelde snelheid van 1,32 MB per seconde, maar er zijn drives op de markt met verschillende snelheden (net zoals bij CD-ROM drives) en ze worden aanzien als dé vervanger van de CD-ROM.

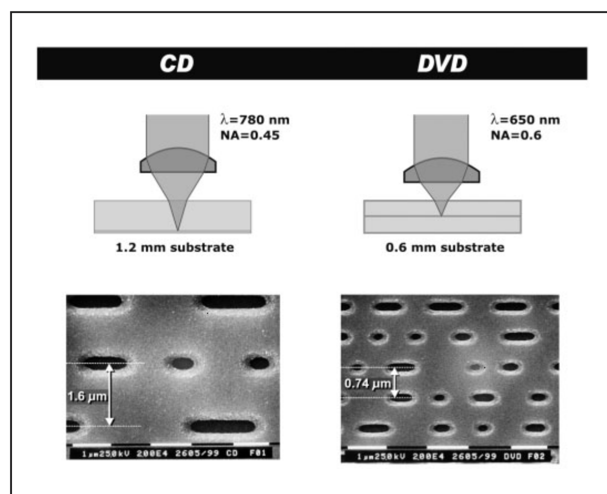
De technologie
De DVD-ROM, de DVD-Video en de DVD-Audio werken technologisch hetzelfde als de standaard CD-ROM. Tijdens de fabricage wordt een stempel gebruikt om kleine putjes in de plastic schijf te drukken, waarmee een patroon van minuscule bergjes en dalletjes wordt gemaakt. De belangrijkste verschillen met een CD-ROM zijn de spoorbreedte, de ruimte tussen de putjes en hun afmeting. Vergeleken met de CD-ROM liggen de afzonderlijke gegevenssporen van een DVD-ROM twee keer zo dicht op elkaar, namelijk 0,74 µm in plaats van 1,6 µm. Dit resulteert in een enorme verhoging van opslagcapaciteit. DVD media bieden ook een hogere doorvoersnelheid. Iedere X op een CD-ROM staat voor een snelheid van 150 kilobit per seconde (kb/s), bij een DVD staat iedere X voor een snelheid van 1,38 megabit per seconde (Mb/s).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

	DVD-AUDIO	SACD	CD
Techniek	Pulse Code Modulatie	Direct Stream Digital	Pulse Code Modulatie
Aantal bits	24	1	16
Quantizering (kHz)	192 (max)	64x44,1= 2,822 Mbit	44.1
Capaciteit	4,7 Gb - 17 Gb	4,7 Gb	0,65 Gb
Aantal kanalen	6 (96 kHz) of 2 (192 kHz)	6 (max)	2
Ondersteund door o.a.	Pioneer/Panasonic	Philips/Sony	alle merken
Compatibel met CDspeler	Nee	Ja	Ja

Figuur 5/20.2-6: Vergelijking van de specificaties van Audio-CD, SACD en DVD-Audio.

In figuur 5/20.2-5 is een verhelderend plaatje gegeven, waarmee u de structuur van een CD-ROM en een DVD-ROM mooi kunt vergelijken.



Figuur 5/20.2-5: Vergelijking tussen CD-ROM en DVD-ROM.

DVD-Video

Compatibel met DVD-ROM

Over dit formaat is niet zo erg veel op te merken. U kent het natuurlijk van de ontelbare films die op dit formaat worden aangeboden. Technisch gezien is de DVD-Video volledig compatibel met de DVD-ROM. U kunt een Video-DVD dus in alle DVD apparatuur afspelen, zoals in de huiskamer als in de PC.

DVD-Audio

Audio-CD, SACD en DVD-Audio

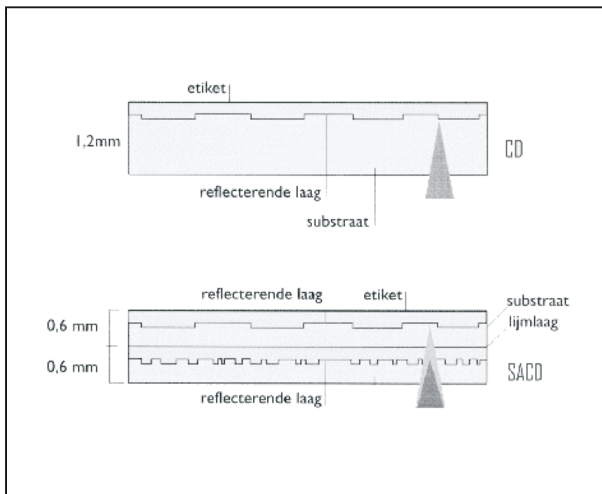
DVD-Audio, oftewel DVD-A is de tegenhanger van SACD (Super Audio-CD). Ook bij dit formaat wordt gebruik gemaakt van hoge resoluties, tot 24 bit en 192 kHz toe. Belangrijk verschil met de SACD is de flexibele omgang met data: in tegenstelling tot SACD zijn geen aparte stereo/multichannel laagjes nodig, alle mogelijkheden zijn in principe op hetzelfde schijfje voorhanden. Dit betekent dat DVD-A plaatjes in iedere DVD-Video speler minimaal CD kwaliteit in stereo leveren. Maar voor hoge resoluties (en daar gaat het natuurlijk om) is een DVD-Audio speler nodig. U raadt het al: SACD en DVD-A zijn niet compatibel.

De belangrijkste verschillen tussen CD, DVD-Audio en SACD zijn samengevat in de tabel van figuur 5/20.2-6.

Er bestaat dus een technisch verschil in de manier van opname tussen SACD en DVD-Audio. De basis van het schijfje is gelijk aan een standaard enkellaags DVD, maar de digitaliseringstechniek verschilt. Daardoor kan een SACD ook niet op een DVD-Audio speler afgespeeld worden en omgekeerd.

Een SACD kan, in tegenstelling tot een DVD-Audio, wel afgespeeld worden op

een normale CD speler. Dit geeft geen kwaliteitsverbetering, maar het kan. Dat komt omdat de SACD met een twee laags principe werkt, zie figuur 5/20.2-7. Op de ene laag staat de muziek in SACD kwaliteit. Deze laag kan alleen door SACD spelers benaderd worden. Op de andere laag staat de muziek gewoon in CD kwaliteit. Deze laag kan uiteraard door iedere CD of DVD speler benaderd worden.



Figuur 5/20.2-7: Het verschil in lagenstructuur tussen SACD en DVD-Audio.

Extra opties

DVD-Audio schijfjes bieden tevens de mogelijkheid om extra informatie in de vorm van Audio Text Data (ATD) en Real Time Text (RTT) op te nemen. ATD geeft informatie over componisten, programma, artiesten en dergelijke. RTT geeft informatie synchroon aan de geluidsweergave, zoals songteksten, libretto's en karaoke.
Ook stilstaande beelden kunnen weergegeven worden. Dit zijn MPEG1 frames. De spelers beschikken over een buffergeheugen waar zestien beelden in opgeslagen kunnen worden. Door dit aparte geheugen wordt de weergave van het geluid niet verstoord als de gebruiker een beeld opvraagt.

Zes kanalen

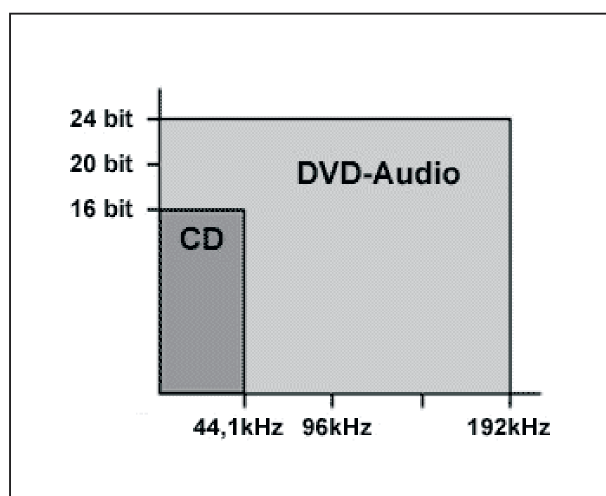
De DVD-Audio standaard kan in allerlei variaties opgenomen worden. De meest voorkomende zullen tweekanaals stereo met de hoogste bemonsteringsfrequentie van 192 kHz bij 24 bit zijn en de vijfkanaals uitvoeringen op 48/24 of 96/24.
Opvallend en belangrijk bij DVD-Audio zijn daarom de aansluitingen. Vaak wordt er aangenomen dat het aansluiten via een digitale kabel naar de 5.1 versterker voldoende is. Dat is echter niet zo, want de DVD-Audio specificatie schrijft niet maximaal 5.1 voor, maar maximaal zes full-range kanalen. Tevens kunnen de huidige versterkers niet overweg met het 192 kHz signaal dat op een DVD-Audio aanwezig kan zijn.
Daarom wordt een DVD-Audio speler met zes kabels aangesloten op de 5.1 ingang van de versterker. Een aardige oplossing is dan om gewoon drie stereoversterkers te gebruiken.

Betere kwaliteit

DVD-Audio maakt, evenals de Audio-CD, gebruik van de PCM codering (Pulse Code Modulation). Dit betekent dat het analoge geluidssignaal zonder enige tussenbewerking rechtstreeks wordt omgezet in een digitaal signaal.
Bij de Audio-CD gebeurt dit omzetten 44.100 keer per seconde. We praten dan over een sampling frequentie van 44,1 kHz. Het gemeten analoge signaal wordt vertaald naar een binair getal bestaande uit 16 nullen of enen. Dit noemen we een resolutie van 16 bit. Bij 16 bit zijn er 2^{16} = 65.536 mogelijke waarden om het analoge signaal naar een digitale code om te zetten.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-Audio werkt volgens hetzelfde principe, alleen zijn de sampling frequentie en de resolutie drastisch verhoogd. Bij DVD-Audio is de sampling frequentie van stereo geluid maximaal 192 kHz, dat is ruim vier maal zoveel als bij CD. De resolutie is verhoogd naar maximaal 24 bit en dat is maar liefst 256 keer beter dan bij CD. Het voordeel van deze verhogingen is dat het analoge signaal veel nauwkeuriger vertaald kan worden in een digitaal signaal, wat theoretisch een betere geluidskwaliteit betekent. In figuur 5/20.2-8 is het een en ander naast elkaar gezet.



Figuur 5/20.2-8: Kwaliteitsverschil tussen Audio-CD en DVD-Audio.

Compressie
De hogere sampling frequentie en resolutie van DVD-Audio betekent dat meer opslagruimte voor al die digitale data op de schijf nodig is. De opslagcapaciteit van de CD is met zijn 650 MB te beperkt. Bij DVD-Audio is de opslagcapaciteit, net als bij DVD-Video, maximaal 8,5 GB.
De bandbreedte voor het doorgeven van de data is bij DVD-Audio verhoogd tot maximaal 9,6 Mb/s. Ter vergelijking: bij DVD-Video is de bandbreedte voor het audiogedeelte 6,144 Mb/s en bij CD slechts 1,4 Mb/s. Om een zeskanaals (5.1) audiosignaal met een resolutie van 24 bit op 96 kHz weer te geven is een totale bandbreedte nodig van 13,824 Mb/s (96 kHz x 24 bit x 6 kanalen). Een overschrijding dus van de toegewezen bandbreedte. Een DVD-Audio met een tweekanaals (stereo) opname op 96 kHz met een 24 bit resolutie valt binnen de beschikbare bandbreedte (9,216 Mb/s versus 9,6 Mb/s). Omdat de opslagruimte op de DVD-Audio schijf en de bandbreedte beide dus niet altijd toereikend zijn, wordt het geluid gecomprimeerd opgeslagen.

Pioneer DV-747A
Audio-CD, DVD-Audio en SACD speler
Diverse fabrikanten brengen op dit moment audiospelers op de markt, die zowel Audio-CD's, SACD's en DVD-Audio's kunnen afspelen. Een typisch voorbeeld in de Pioneer DV-747A, zie figuur 5/20.2-9.
Enkele belangrijke specificaties:
- 192 kHz/24 bit dubbele D/A-omzetter;
- symmetrisch en onafhankelijk audiocircuitdesign;
- ingebouwde DD/DTS/MPEG-decoder;
- R-Core vermogenstransformator;
- Hi-bit conversie (16 bit naar 24 bit).

De achterkant biedt de nodige aansluitingen als:
- twee x scart;
- control in en uit;
- digital out coaxial;
- digital out optical;
- Component Progressive (NTSC) uitgang;
- acht audio uitgangen (stereo front + 5.1 decoder);

20.2 DVD formaten en hun specificaties



Figuur 5/20.2-9: De gecombineerde Audio-CD, SACD en DVD-Audio speler van Pioneer.

– twee S-Video uitgangen;
– twee video uitgangen.

DVD-RAM

Inleiding

DVD-RAM werd reeds in 1997 geïntroduceerd, waarmee de basis voor de eerste DVD branders werd gelegd. Grote namen als Panasonic, Toshiba en Hitachi hebben deze standaard geadopteerd. De toenmalige DVD-RAM schijfjes met een opslagcapaciteit van 2,6 GB per zijde zaten in een stevig plastic omhulsel dat iets weg had van een diskette, zie figuur 5/20.2-10. Dat was ook meteen het nadeel van die standaard, want DVD-RAM was door het omhulsel nergens mee compatible. Prima geschikt als backup medium, maar daar bleef het bij. DVD-RAM was zo goed als dood, toen midden 2000 versie 2.0 werd aangekondigd. Dit medium had ruimte voor 4,7 GB per zijde (dus 9,4 GB dubbelzijdig), kon uit de cartridge gehaald worden en bood veel meer compatibiliteit. DVD-RAM heeft het unieke kenmerk dat het schijfje standaard 100.000 keer herschrijfbaar en tot op de dag van vandaag de grootste capaciteit biedt.

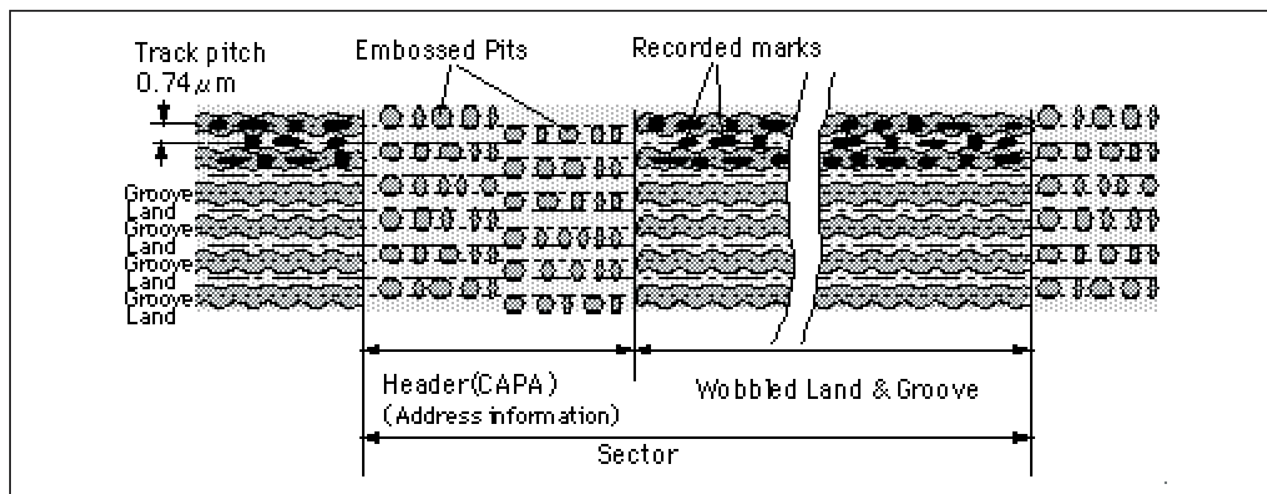


Figuur 5/20.2-10: Een stand-alone DVD-RAM speler met op de voorgrond de schijfjes in en uit de cartridge.

PC-compatibel

De DVD-RAM technologie is de enige DVD technologie die oorspronkelijk is ontwikkeld voor de opslag van PC gegevens. Gegevens kunnen op elk moment van dit medium worden gewist, waardoor het weer opnieuw kan worden gebruikt.
DVD-RAM schijfjes zijn in sectoren verdeeld (de opnamelaag van de disk wordt fysiek onderverdeeld).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

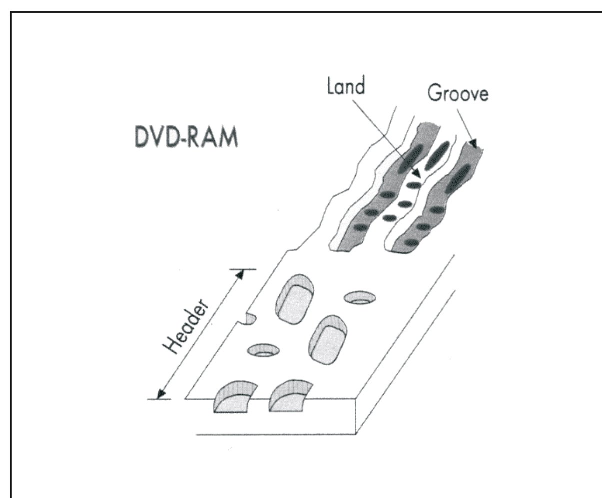


Figuur 5/20.2-12: De sectoren op het oppervlak van een DVD-RAM, met ieder hun eigen header met de adresinformatie.

Deze verdeling doet sterk denken aan de manier waarop de conventionele harde schijf gegevens organiseert. De sectoren zijn zó verdeeld dat de beschikbare opslagruimte ten volle wordt benut. Daarnaast wordt er ook snel toegang verschaft tot alle bestanden, zodat de schijf geschikt is voor dataverwerking in toepassingen.

Oppervlaktestructuur

DVD-RAM maakt gebruik van de “Wobbled Land and Groove” schrijfmethode, zie figuur 5/20.2-11. Het dataspoor is niet spiraalvormig maar maakt, net zoals een harde schijf, gebruikt van concentrische sectoren. Iedere sector wordt in de fabriek voorzien van een adresseringszône, de header, waarin de zogenaamde “Embossed Pits” worden geperst. Deze pits kennen aan iedere sector op de schijf een uniek sectornummer toe. Het “Wobbled” slaat op het feit dat de groeven zijn gemoduleerd met een HF-signaal dat wordt gebruikt voor de timing en synchronisatie bij het schrijven en lezen. De gegevens worden zowel op de “lands” als in de “grooves” opgeslagen. Dit feit maakt een DVD-RAM voor bijna alle DVD lezers ronduit onleesbaar, omdat de gegevens daar alleen in de grooves en niet op de lands kunnen worden gelezen. Het zogenaamde RAM-read zal hiervoor in de toekomst een oplossing bieden, zodat tenminste de met deze feature uitgevoerde DVD stations de DVD-RAM’s probleemloos kunnen lezen.



Figuur 5/20.2-11: De oppervlaktestructuur van een DVD-RAM.

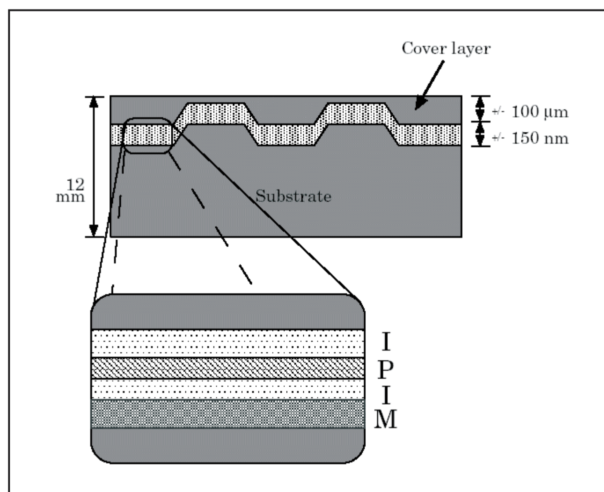
20.2 DVD formaten en hun specificaties

In figuur 5/20.2-12 is nog eens duidelijk aangegeven hoe de gegevens op het oppervlak van de schijf worden georganiseerd.

Phase Change Recording

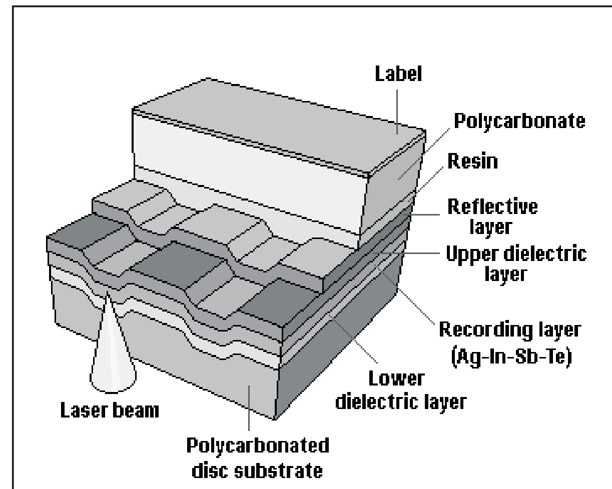
Bij het schrijven van gegevens op het schijfje wordt gebruik gemaakt van "Phase Change Technology", gecombineerd met magneto-optische processen.
Bij deze manier van wegschrijven van gegevens is de onderlaag transparant met daarin geïntegreerde opname- en reflectielagen. Een doorsnede door een DVD-RAM is getekend in figuur 5/20.2-13.
De recorderlaag bestaat uit een sandwich van vier uiterst dunne lagen, die de "IPIM layer stack" wordt genoemd. Deze opnamelaag is uit vier delen opgebouwd, van boven naar onder:

- de eerste diëlektrische interferentie laag I;
- de phase change laag P;
- de tweede diëlektrische interferentie laag I;
- de koelende metalen laag M.



Figuur 5/20.2-13: De samenstelling van de gevoelige laag bij een DVD-RAM.

Hoe deze vier lagen in de DVD-RAM zijn geïntegreerd volgt uit figuur 5/20.2-14.

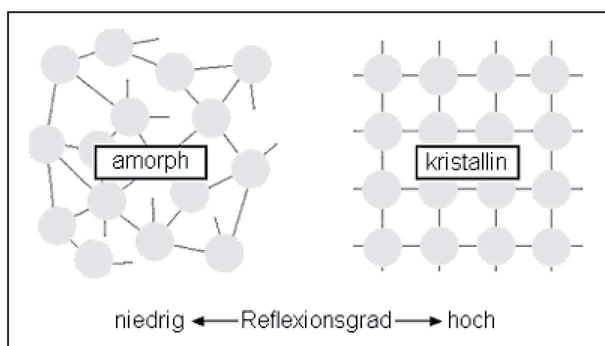


Figuur 5/20.2-14: De integratie van de vier lagen in de DVD-RAM schijf.

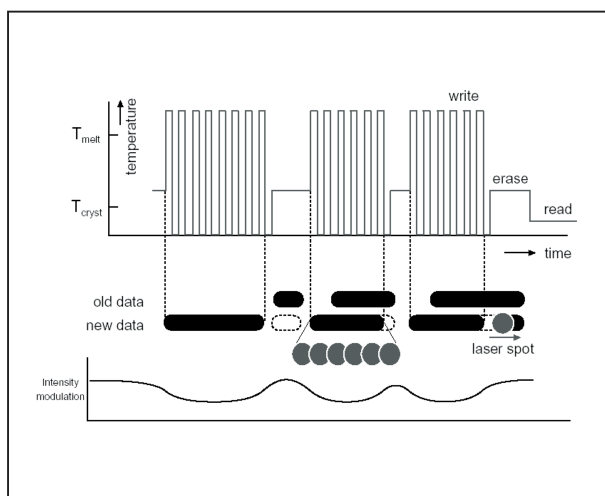
De werking berust op het natuurkundige gegeven dat men door middel van opwarming de eigenschappen van de P-laag dramatisch kan veranderen. In de ene toestand is zij tamelijk reflecterend, in de andere toestand reflecteert zij minimaal. Het wis- en brandproces noemt men "multi-pulse recording". Als de laser met een zwakke straal de phase change laag P verhit tot ongeveer 200 °C dan worden de zich daarin bevindende atomen kristallijn geordend. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de maximaal haalbare reflectiegraad bereikt.
Koelt het medium nu langzaam af dan blijft deze toestand behouden. Bij de tweede arbeidsgang wordt de laserstraal aanzienlijk versterkt, zodat de P-laag tot maximaal 700 °C wordt verhit. De door deze hitte in beweging gezette atomen van de phase change laag P worden hierdoor in wanordelijke toestand gebracht. Men noemt dit de amorfe toestand. De twee diëlektrische lagen en de metalen laag onttrekken de in de lege-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

ring ontstane warmte en na afkoeling blijft deze amorfe toestand bewaard. Het reflectievermogen neemt op dat moment sterk af. In figuur 5/20.2-15 zijn deze twee moleculaire toestanden van de P-laag voorgesteld.



Figuur 5/20.2-15: De twee fysische toestanden van de P-laag.



Figuur 5/20.2-16: Het wissen, beschrijven en uitlezen van een DVD-RAM met een hoogvermogen schrijflaser.

De op deze manier verkregen gebieden van hoge en lage reflectiegraden komen overeen met de volgorde van de pit's en land's die de digitale informatie op normale DVD's bevatten.
Om oververhitting van de P-laag te verhinderen wordt de laser gemoduleerd, dus aan- en uitgeschakeld. Het proces is voorgesteld in figuur 5/20.2-16. U ziet duidelijk hoe de nieuwe gegevens worden geschreven met een sterke laserstraal (write) en hoe de te wissen oude gegevens worden gewist met een veel zwakkere straal (erase). Ter verduidelijking staat in de grafiek ook nog eens aangegeven met wat voor intensiteit de gegevens worden gelezen (read). De intensiteit van de laser wordt bij het lezen dus tot een minimale waarde teruggebracht.

**Time Slip functie:
opnemen en afspelen**
DVD-RAM is het enige optisch formaat waarmee u tegelijkertijd kunt opnemen en afspelen. Met de functie Time Slip kunt u een programma steeds bekijken, zelfs als u een ander programma aan het opnemen bent. U hebt ook alle controle over functies zoals fast forward, rewind en pause tijdens het opnemen en afspelen.
U kunt bijvoorbeeld beginnen kijken naar het eerste gedeelte van een programma dat u aan het opnemen bent, terwijl de rest van het programma wordt opgenomen. Met een druk op de Time Slip toets kunt u een scène bekijken die 30 seconden daarvoor werd opgenomen.

Schrijfsnelheid DVD-RAM
De maximale snelheid waarmee de DVD rewriter informatie naar een DVD-RAM kan wegschrijven wordt aangeduid in kilobit per seconde en heeft als eenheid 1.350 kb/s. Men heeft echter "opgevoerde" branders ontwikkeld die sneller gaan. Zo staat bijvoorbeeld 2x voor een snelheid van 2 x 1.350 = 2.700 kb/s en 4x voor 4 x 1.350 = 5.400 kb/s.

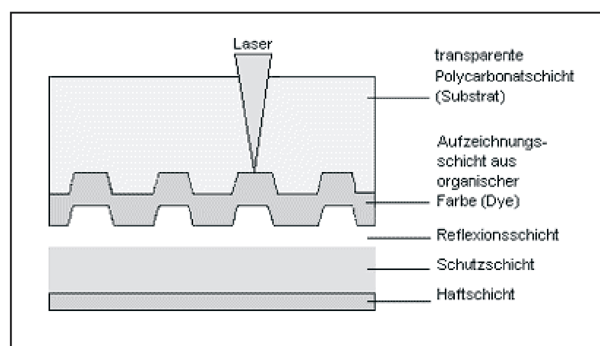
20.2 DVD formaten en hun specificaties

Afgeschreven?
Ondanks het feit dat veel mensen DVD-RAM al hebben afgeschreven, heeft het medium zeker voordelen. Het feit dat er een cartridge om de schijf heen zit komt zeker ten goede aan de levensduur aangezien de kans op beschadigingen en vingerafdrukken klein is. Ook is de capaciteit momenteel nog onovertroffen. Bovendien is DVD-RAM te gebruiken als een extra harde schijf, doordat het te allen tijde (random access) beschikbaar is. Er verschijnt ook daadwerkelijk in het Explorer-venster van uw PC een extra schijf waar bestanden naar te slepen, of zelfs direct te verwijderen zijn. Dergelijk gebruikersgemak is door de andere DVD standaarden nog niet geëvenaard. Bovendien kunnen de huidige DVD-RAM schijfjes ook uit de cartridge gehaald worden en eventueel op DVD spelers worden afgespeeld.

DVD-R

Inleiding
Men spreekt vaak over “DVD min R”. Niet omdat men deze naam zo fraai vindt, maar om het verschil aan te duiden met DVD+R. Na goedkeuring van DVD-RAM gaf het DVD Forum ook het startsein voor DVD-R, dat destijds verkozen was als de allround write-once standaard. Pioneer was de grondlegger voor deze nieuwe standaard, die in tegenstelling tot DVD-RAM was bedoeld voor het eenmalig wegschrijven van gegevens. In oktober 1997 had Pioneer al de eerste DVD-R samples klaar, gebaseerd op schijfjes van 3,9 GB en een brander met een 635 nanometer laser.
DVD-R (Recordable) is een WORM type DVD formaat, een letterwoord dat staat voor “write once, read many”, dat de gebruiker toelaat om éénmalig op de schijf op te nemen. Een moderne DVD-R heeft een opslagcapaciteit van 4,7 GB. De DVD-R kan als de grotere uitvoering van de CD-R worden beschouwd. Omdat de specificaties van een opgenomen schijfje min of meer identiek zijn aan die van een DVD-ROM schijfje, kan DVD-R worden gelezen door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations.

Schrijven van gegevens in het dye
Bij de DVD-R wordt gebruik gemaakt van een organische kleurstoftechniek. In de DVD zit een dunne organische kleurstoflaag die “dye” wordt genoemd. Door de kleurstof met een laser te verhitten wordt deze donkerder. Dat geeft dan een zwakkere reflectie die digitaal voor 1 staat. Een goede reflectie van het niet bestraalde materiaal staat voor een 0. In figuur 5/20.2-17 is een doorsnede door een DVD-R getekend.



Figuur 5/20.2-17: De plaats van het dye in de samenstelling van een DVD-R.

De kleur van een DVD-R wordt bepaald door het soort dye dat door de fabrikant wordt toegepast. Deze basiskleur van het dye wordt veranderd wanneer de reflectielaag (goud of zilver) toegevoegd word. Sommige van de dye-reflecteren-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

de coatings zijn groen, sommige blauw en andere geel/goud. Visuele verschillen tussen de verschillende types hebben geen invloed op hun werking.
Op een golflengte van 780 nm, waar CD en DV recorders beginnen te werken, is het medium voor alle doeleinden en operaties niet te onderscheiden vanuit het optisch opnamestandpunt.
De goudgekleurde DVD-R's gebruiken een phtalocyanine pigment en een gouden reflectielaag. Omdat het pigment van de dye transparant is schijnt de gouden reflectielaag door de bodem en geeft het schijfje een gouden uitzicht. Vergelijken we dit met de anders gekleurde typen dan is de reflectiewaarde van de goudkleurige DVD's het best. De houdbaarheid van zulke DVD's wordt over de honderd jaar geschat. In de tabel van figuur 5/20.2-18 wordt een overzicht gegeven van de vaakst toegepaste dye's met hun kleuren.

Type	Materiaal	kleur	Fabrikant
0	Cyanine	Groen Blauw	MAN Corp. Italy CMC Magnetics Corporation Fornet International Pte Ltd. Fuji Photo Film Co, Ltd Gigastorage Corporation Lead Data Inc. Mitsubishi Chemicals Corporation Ritek Co. Taiyo Yuden Company Limited TDK Corporation Xcitek Inc.
1	Cyanine	Groen Blauw	Hitachi Maxell, Ltd. Multi Media Masters & Machinary SA Pioneer Video Corporation Taiyo Yuden Company Limited
3	Cyanine	Groen	Pioneer Video Corporation
4	Cyanine	Groen	Computer Support Italy S.R.L Postech Corp.
5	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited Mitsui Chemicals Ritek Co.
6	PhtaloCyanine	Goud	Ricoh Company Limited
7	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited
8	Cyanine	Groen Blauw	CDA - Dateträger Albrechts GmbH Princo Corporation
	PhtaloCyanine	Goud	Princo Corporation
9	Cyanine	Blauw	Prodisc Technology Inc.
	PhtaloCyanine	Goud	Prodisc Technology Inc.

Figuur 5/20.2-18: Een overzicht van de vaakst toegepaste dye-materialen.

Lange termijn betrouwbaarheid
Er is nogal wat geschreven over de lange termijn betrouwbaarheid van DVD-R's. Als het om het aantasten van de aluminiumlaag gaat, speelt ook de kwaliteit van het dye een belangrijke rol. Onder invloed van licht, warmte en vuil kunnen de donkere delen die de data weergeven vervagen en in dat geval zal de informatie verloren gaan. Een goede kwaliteit dye staat borg voor goed leesbare gegevens en dat is natuurlijk belangrijk als gegevens lange tijd wilt bewaren op uw DVD-R's.
Volgens specialisten in pthalocyanine zonder meer het best. De belangrijkste eigenschappen hiervan zijn:

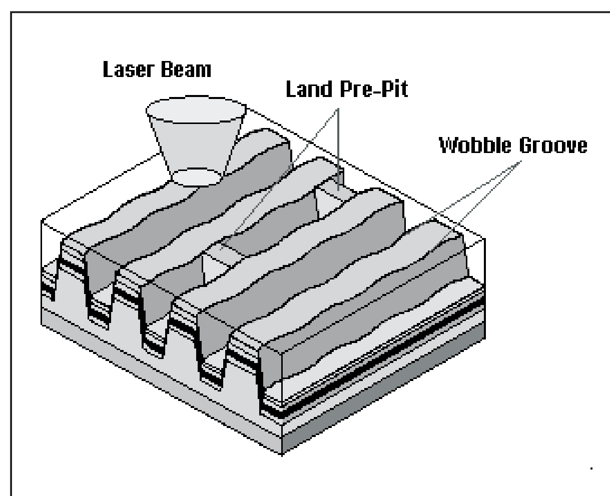
– de langste levensduur van alle fotogevoelige dye's;
– het meest transparant, de hoogste reflectie;
– een schonere branding van de laser, dus beter gedefinieerde gegevens.

Praktisch nadeel van pthalocyanine is dat het ook het duurst is en dat is de reden dat er nauwelijks DVD-R producenten zijn die deze grondstof gebruiken.
Daarmee is meteen een belangrijk punt aangeroerd voor de consument die graag een goede DVD-R wil kopen. Het tijdschrift PC-Active, dat het onderwerp "CD-rot" onlangs fors aanzwengelde, kon wat dat betreft geen gericht advies geven. Het bleek niet per definitie zo dat DVD-R's voorzien van deze grondstof de beste lange termijn stabiliteit hadden.

De technologie
Iedere DVD-R is voorzien van een spiraalvormig spoor dat de schrijflaser via een optische techniek in het juiste spoor houdt. Deze groef wordt ook nu voorzien van een "wobble", dus een HF-signaal dat zorgt voor de synchroni-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

satie. De gegevens worden geschreven in de groeven, de lands bevatten "Land Pre-Pits" waarin de adresgegevens zijn verwerkt. Het schrijf- en leesproces kan dus worden voorgesteld zoals getekend in figuur 5/20.2-19.



Figuur 5/20.2-19: Het schrijf- en leesproces bij een DVD-R.

Schrijfsystemen
DVD-R's kunt u op twee manieren beschrijven:
- Disc-at-once:
  Bij deze methode wordt de volledige inhoud van de DVD-R in één keer in het schijfje gebrand. Eerst wordt de lead-in geschreven, dan de gegevens en tot slot de lead-out. Dit proces wijkt dus af van het schrijfsysteem bij CD-R, waar immers eerst de gegevens worden geschreven en nadien de lead-in en -out.
- Incremental writing:
  Bij dit systeem kunt u verschillende blokken met gegevens op verschillende momenten op de DVD-R branden. Zelfs een minimale hoeveelheid gegevens neemt bij deze methode 32 kB in beslag. Na een incremental write word geen lead-in en -out geschreven. Het gevolg is dat zo'n niet-complete DVD-R alleen door de DVD brander kan worden gelezen, maar niet door een gewone DVD lezer.
  Als alle gegevens op het schijfje staan wordt de DVD-R gefinaliseerd, waarbij het brandprogramma automatisch de lead-in en lead-out schrijft. Nadien is het niet meer mogelijk gegevens bij te voegen. Het voordeel is wel dat zo'n gefinaliseerde DVD-R ook door een gewone DVD lezer kan worden uitgelezen.

DVD-R versie 2
In mei 2000 legde het DVD Forum de specificaties vast van "DVD-R version 2". Dit formaat kan maximaal 4,7 GB data bevatten. Daarnaast werd het formaat gesplitst in:
- DVD-R for Authoring;
- DVD-R for General.

De DVD-R(A) ondersteunt wat wordt genoemd "Cutting Master Format". Dit is een systeem dat in de professionele studio's wordt toegepast bij het masteren van het opgenomen materiaal. De voornaamste eigenschap van het DVD-R(G) formaat is het toepassen van beveiligingstechnieken waardoor het onmogelijk wordt een bit-naar-bit kopie van het schijfje te maken.
DVD-R(A) en DVD-R(G) gebruiken lasers met verschillende golflengtes voor het schrijven. Het eerstgenoemde formaat werkt op 635 nm, het laatstgenoemde met 650 nm. Voor het lezen van de schijfjes heeft dit echter geen consequenties.

Schrijfsnelheid DVD-R
Een DVD-R kan op dit moment op 4x snelheid worden gebrand, wat in de praktijk neerkomt op 5.400 kb/s. Een

20.2 DVD formaten en hun specificaties

4,7 GB schijfje zal in zo'n vijftien minuten tot het laatste bit vol worden geschreven.

DVD-RW

Inleiding
DVD-RW is een herschrijfbaar DVD-medium dat ontwikkeld werd als uitbreiding van de CD-RW technologie en dat tot 1.000 keer opnieuw beschreven kan worden. DVD-RW verhoudt zich grotendeels tot DVD-R zoals CD-RW zich verhoudt tot CD-R. Net als bij de CD-R zijn de specificaties van DVD-RW min of meer identiek aan die van DVD-ROM, waardoor DVD-RW schijfjes door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations kunnen worden gelezen.
Het gebruikte schrijfproces is met name geschikt voor de snelle doorvoer van grote opeenvolgende bestanden (een hele film, een geheel concert). DVD-RW apparaten kunnen in twee verschillende standen worden gezet: met constante bitsnelheid en met variabele bitsnelheid. Het belangrijkste verschil ligt in de gegevensstroom, die door een specifiek algoritme wordt gecontroleerd. Zonder in te gaan op gecompliceerde technische details, kunnen we in het kort zeggen dat de gekozen stand effect heeft op de beeldkwaliteit en de maximale opnametijd.
Daarnaast heeft het gebruik van de constante bitsnelheid bij professionele video-verwerking bepaalde voordelen op het gebied van het snijden, hergebruik en veranderen van de volgorde. De prijs die voor deze voordelen moeten worden betaald, zijn beperkingen in de uitwisselbaarheid en beschikbaarheid van de gegevens gedurende dit proces.

Belangrijkste karakteristieken
De DVD-RW heeft een datacapaciteit van 4,7 GB en een grootte van 12 cm. DVD-RW maakt gebruik van het DVD-R formaat als basis en kan ongeveer 1.000 maal herschreven worden. Omdat het DVD-RW een ongeveer identieke opnamemethode toepast als deze van een "alleen spelen" DVD-Video schijf, kan het volledig compatibel worden gemaakt voor uitwisseling met DVD-Video. De DVD-RW past de opnamemethode van het Video Recording Format toe, een specificatie die werd goedgekeurd door het DVD Forum. Dit formaat maakt gebruik van de MPEG compressietechniek, met als gevolg hoge kwaliteits en real-time signaalopnames en biedt bovendien verschillende bewerkingsfuncties.

Het principe
Net zoals DVD-RAM maakt DVD-RW gebruik van de reeds beschreven "Phase Changing Technology". Hierin schuilt dus het grote verschil met de DVD-R.

Compatibiliteit
Vergeleken met DVD-R is de compatibiliteit van een DVD-RW schijfje aanzienlijk lager. De DVD-RW met een huidige capaciteit van 4,7 GB beschikt over ongeveer dezelfde reflectiegraad als een DVD-9. Vele typen stations verwisselen daardoor beide mediatypen en proberen tevergeefs op een éénlaags DVD-RW een tweede laag te vinden. Een firmware upgrade zou dit probleem in de toekomst oplossen.

DVR+R

Inleiding
Evenals de DVD-R, is de DVD+R een medium dat maar eenmaal kan worden be-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

schreven. Het formaat wordt gesteund door een specifieke groep bedrijven, waaronder Sony, Philips, Yamaha, Ricoh en Hewlett-Packard.
DVD+R kan, net zoals DVD-R, worden gebruikt voor toepassingen waar grote hoeveelheden gegevens in één keer moeten worden gekopieerd of worden opgenomen. DVD+R biedt de mogelijkheid om in meer sessies op te nemen en de schijfjes kunnen worden afgespeeld in een brede reeks van apparaten, waaronder de populaire DVD spelers. DVD+R's kunnen echter alleen worden beschreven in speciale DVD+R drives.

Maximale schrijfsnelheid
DVD+R kan op dit moment worden beschreven met een factor 2,4, dus zo'n 3.240 kb/s.

Verschillen tussen DVD-R en DVD+R
Tussen DVD-R en DVD+R zit geen groot verschil, enkel dat de DVD+R schijfjes momenteel iets duurder zijn. DVD-R en DVD+R zijn beide goed voor het maken van films, maar een keuze maken tussen die twee wordt moeilijk. De consument zal uiteindelijk wel de beslissing moeten brengen, DVD-R of DVD+R of een combinatie van beide, zoals wordt toegepast in de nieuwste Sony DVD±RW recorder. Het belangrijkste verschil tussen DVD-R en DVD+R is de manier waarop de gegevens in blokken zijn verdeeld en de toepassing van compressie.

DVD+RW

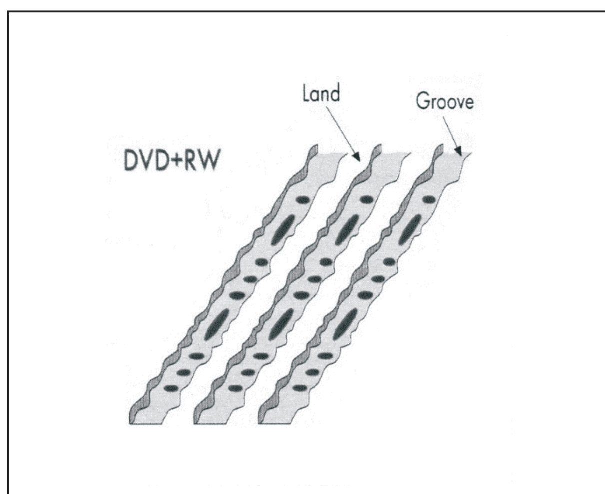
Inleiding
Zes bedrijven, Sony, Philips, HP, Ricoh, Mitsubishi en Yahama, kondigden in 1997 hun eigen standaard aan, die niet door het DVD Forum werd goedgekeurd. Dit bericht werd in eerste instantie niet met applaus ontvangen, omdat al die verschillende standaarden alleen maar verwarring veroorzaakten. De DVD+RW Alliantie, zoals deze bedrijven zich later gingen noemen, was het echter niet eens met de features van de goedgekeurde standaarden en besloot er zelf een te ontwikkelen. Oorspronkelijk werd er uitgegaan van een 3 GB variant, die in 1999 van de ontwerptafel geschrapt werd voor een 4,7 GB DVD+RW versie. De introductie van de DVD+RW werd herhaaldelijk uitgesteld. Oorspronkelijk had er eind 1999 al een product in de schappen moeten liggen, maar dat werd ruim twee jaar later. Compatibiliteit en gebruikersgemak waren de belangrijkste aandachtspunten voor DVD+RW. Men wilde een zo breed mogelijk medium dat vrijwel 100 % compatible was met de bestaande DVD-ROM spelers en uitermate geschikt voor video-opname en -bewerking.
De Alliantie groeide met Mitsubishi/Verbatim, Ricoh, Yamaha, Thomson en Dell, waardoor de naam van de groep kracht bij werd gezet.
Microsoft is in februari 2003 toegetreden tot de DVD+RW Alliantie. Microsoft blijft weliswaar ook andere formaten (zoals DVD-RW en DVD-RAM) ondersteunen, maar ziet DVD+RW nu expliciet als zijn favoriete formaat, zo zegt Philips-woordvoerder Hans Driessen. Microsoft demonstreerde vorig jaar op een conferentie een software-onderdeel van een nieuwe Windows-versie waaruit al bleek dat Microsoft hoogstwaarschijnlijk zou gaan kiezen voor de DVD+RW standaard. Ondersteuning van een bedrijf als Microsoft doet de acceptatie van het DVD+RW formaat goed, een gegeven waar vooral Philips blij mee zal zijn. Mi-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

crosoft zegt vooral voor DVD+RW te hebben gekozen vanwege de Mount Rainier techniek, waardoor een herschrijfbare DVD zich laat benaderen als een harde schijf.

Het schrijfproces

Ook bij DVD+RW wordt gebruik gemaakt van Phase Change Technology en worden de gegevens opgeslagen in de gewobbelde groeven, zie figuur 5/20.2-20.



Figuur 5/20.2-20: Het schrijfproces bij een DVD+RW.

DVD-RW, DVD+RW?

Inleiding

Het zal duidelijk zijn dat de toekomst van DVD gezocht moet worden in DVD-RW en/of DVD+RW.
DVD+ en DVD- zijn echter niet met elkaar compatibel en zullen dat naar alle waarschijnlijkheid ook niet worden. Door deze splitsing in de markt is het voor de consument erg lastig geworden om een keuze te maken. Geen van beide standaarden heeft echte voor- of nadelen. Ook is nog niet duidelijk welke van de twee standaarden uiteindelijk zal overblijven.
Het handigste is dus om nu bij de aanschaf van een DVD writer te kiezen voor een Dual Mode DVD brander (zie later). Deze branders kunnen zowel DVD- als DVD+ media beschrijven. Het prijspeil van deze apparaten ligt echter wel wat hoger. Ook kunt u kiezen voor een DVD brander met de standaard die het meest compatibel is met al eerder aangeschafte apparatuur.
Op diverse Internet-sites, bijvoorbeeld deze van het DVD platform, kunt u opzoeken of al eerder gekochte apparatuur compatible is met de DVD- of DVD+ standaard.

Schijfindeling

Het belangrijkste verschil tussen DVD+RW en DVD-RW is de manier waarop de schijf wordt ingedeeld en de bewerking van bestanden die reeds zijn opgenomen.
Bij DVD+RW is de gebruiker vrij om bestanden te overschrijven, te bewerken of geheel of gedeeltelijk te wissen. Dit is niet zo eenvoudig met DVD-RW.
Een DVD+RW is dusdanig geformatteerd dat de schijfindeling het gemakkelijk maakt om zowel kleine bestanden als grote, achtereenvolgende bestanden op te slaan. Dit maakt het DVD+RW formaat geschikt voor gegevensbewerking én consumentenelektronica. DVD+RW schijfjes worden gelezen door veel DVD spelers en apparaten uit de DVD-R, DVD-RAM en DVD+R familie. Maar gegevens kunnen alleen worden opgenomen met speciale branders.
Zowel DVD-RW als DVD+RW maken gebruik van de reeds besproken Phase Changing Technoloy en hebben een capaciteit van 4,7 GB.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Het formatteren

Naast verschillen in het schrijfproces zit het belangrijkste verschil in de opnamelaag. Elk opslagformaat heeft zijn eigen, speciale manier van formatteren. Tijdens het formatteren wordt het opslaggebied verdeeld in segmenten en partities. Zo'n indeling is niet eenvoudig te veranderen. Vroeger moesten gebruikers diskettes eerst zelf formatteren voordat ze te gebruiken waren. Dit geldt voor de CD-RW nog steeds. De wijze van formatteren helpt de drive bij het in de kortste tijd vinden van een specifieke plaats of bestand op het opslagmedium of bij het zo efficiënt mogelijk benutten van de opslagruimte. Het formatteren zorgt ervoor dat grote, opeenvolgende bestanden zo snel mogelijk en zonder onderbrekingen worden opgeslagen en teruggevonden. Bij de meeste computertoepassingen is een snelle toegang tot bestanden belangrijk, bij videotoepassingen is echter een hoge doorvoersnelheid van groot belang.

Snelheid

De schrijfsnelheid van een DVD writer wordt uitgedrukt in x-speed waarbij 1-speed gelijk staat aan een dataoverdracht van 1.380 kb/s.
Writers gebaseerd op de DVD+RW technologie hebben momenteel een maximale schrijfsnelheid van 2,4-speed (3.312 kb/s) waarbij het niet uitmaakt of het om een DVD+R of een DVD+RW schijfje gaat. Bij een DVD-RW drive liggen de zaken iets anders: die kan een DVD-R schijfje beschrijven aan maximaal 2-speed (2.760 kb/s) en een DVD-RW schijfje slechts aan enkelvoudige snelheid. Natuurlijk mag u in de toekomst rekenen op steeds hogere brandsnelheden voor DVD writers en de eerste 4-speed modellen zijn dan ook al aangekondigd.

Buffer underrun

Een moderne CD brander bevat standaard technologie voor het opvangen van buffer underruns, om zo te voorkomen dat de CD's onbruikbaar worden. Deze technologie houdt in dat er een buffergeheugen aanwezig is, waarin de te schrijven gegevens worden opgeslagen. Het schrijven gebeurt vanuit dit geheugen. Het systeem moet er voor zorgen dat het buffergeheugen altijd goed gevuld is. Raakt de buffer om de een of andere reden leeg, dan stopt de gegevensstroom naar de brander en treedt de beruchte "Buffer Underrun" foutmelding op. Aangezien alle DVD writers ook CD schijfjes kunnen branden, zien we deze techniek ook bij deze apparaten terug. Het is echter de vraag in hoeverre dit ook voor DVD's noodzakelijk is. Bij de DVD-RW schijfjes blijkt dit zonder meer het geval. Voor de DVD+RW drives liggen de zaken echter iets anders. Hier wordt namelijk gewerkt met de zogenoemde Lossless Linking Technologie, waarmee gegevens op elke willekeurige plek (random) op de schijf geschreven kunnen worden. Het probleem van buffer underrun is hier dus niet van toepassing, omdat het systeem de draad van het schrijven altijd weer weet op te pakken.

EasyWrite

Met de DVD+RW techniek is het mogelijk gebruik te maken van EasyWrite, al ondersteunen momenteel niet alle DVD+RW drives deze functie. Als een DVD speler EasyWrite ondersteunt, kan de DVD gebruikt worden als een soort harde schijf. Aparte brandprogramma's zijn dan niet meer nodig.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Conclusie
De voor alle betrokkenen, of het nu fabrikanten, leveranciers of gebruikers zijn, interessante vraag welk DVD formaat uiteindelijk succes zal hebben, kan aan de hand van de huidige stand van zaken jammer genoeg niet worden beantwoord. Een algemene industriële standaard kan immers moeilijk met de belangen van de betreffende fabrikanten worden verenigd. Of het DVD-RAM, DVD-R/RW of DVD+R/RW zal worden, wordt in de nabije toekomst door de gebruiker bepaald. Ondanks het feit dat men in staat is kleine verschillen tussen de technologieën van de verschillende formaten te herkennen, zijn deze verschillen niet zo duidelijk dat men op grond hiervan een duidelijke favoriet zou kunnen kiezen.
De vertegenwoordigers van de DVD-R/DVD-RW mikken met hun General en Authoring varianten op de professionele én de consumenten markt. Met General proberen zij de eindgebruikers voor zich te winnen en met Authoring wenden zij zich tot de professionals. De zeer late introductiedatum van DVD+RW stations zou de verspreiding van DVD-RW eveneens gunstig kunnen beïnvloeden: terwijl de eerste DVD-RW recorders al geruime tijd in de winkel stonden, werden van de DVD+RW stations de eerste exemplaren uitgeleverd.
Bekijkt men echter anderzijds de bij DVD+RW betrokken ondernemingen (Philips, Sony, Yamaha, Ricoh, Microsoft) en hun stelling met betrekking tot de betreffende markten, dan zou het ook heel goed kunnen dat het uiteindelijk het DVD+RW formaat is dat doorbreekt. Het is namelijk de bedoeling dat deze technologie zowel in PC stations als in videorecorders wordt toegepast. Vanwege zijn specificatie (continue datastroom) is DVD+RW met name zeer geschikt voor videorecorders. Bovendien beloven de fabrikanten voor DVD+RW een volledige compatibiliteit met de actuele DVD-ROM stations.

Dual mode recorders

Inleiding
Sony pakt het, zoals vaak, slim aan en bracht in januari 2003 een DVD recorder op de markt die beide systemen aankan. Dit apparaat leest en schrijft alles. Het voordeel van deze recorder is de absolute eenvoud van de bediening.

De RDR-GX7
Dit nieuwe model kan zowel op DVD-RW en DVD+RW als op DVD-R opnemen, waardoor het compatibel is met de meeste conventionele DVD-Video spelers op de markt. Daarnaast biedt de RDR-GX7 afspeelmogelijkheid voor DVD-RW, DVD+RW, DVD-R, DVD+R, CD, CD-R en CD-RW.
De geavanceerde bedieningsfuncties bieden uitgebreide bewerkingsmogelijkheden, waaronder One Touch Dubbing voor het snel en eenvoudig overzetten van videofilms op DVD. Ondanks zijn uitgebreide functionaliteit is de RDR-GX7 eenvoudig te bedienen dankzij een gebruiksvriendelijke grafische gebruikersinterface (GUI). De opname- en afspeelkwaliteit van het nieuwe model is vergelijkbaar met die van de high-end DVD-Video spelers van Sony. Het apparaat is voorgesteld in figuur 5/20.2-21.

Tweevoudige RW-compatibiliteit
De RDR-GX7 is de enige DVD recorder die opname op het DVD-RW-, DVD+RW- en DVD-R formaat ondersteunt.

20.2 DVD formaten en hun specificaties



Figuur 5/20.2-21: De RDR-GX7 van Sony.

Hierdoor zitten gebruikers niet langer vast aan een van deze formaten en een optimale afspeelcompatibiliteit is gewaarborgd. De brede keus aan formaten biedt de gebruiker meer vrijheid wat media betreft en een grotere compatibiliteit met andere home entertainment apparatuur.

Bediening
Bij aansluiting van een Digital8 of DV camcorder op de RDR-GX7 via de enkelvoudige i.LINK (DV) interface kunnen alle dub- en bewerkingsfuncties worden aangestuurd via het intuïtieve en interactieve bedieningssysteem van de DVD recorder. De geavanceerde dubfunctie stelt u in staat zowel een volledige band als delen daarvan eenvoudig op een schijfje over te zetten. Door middel van One Touch Dubbing kan de inhoud van een band met slechts één druk op de knop worden overgebracht. Program Edit en Advanced Program Edit bieden nog meer flexibele bewerkingsfuncties, waaronder het verwijderen van overbodige scènes. Met behulp van deze functies kunt u uw schijfjes indelen zoals u wilt.

Indrukwekkende beeldkwaliteit
Door toepassing van een 12 bit, 108 MHz video D/A-omzetter met Noise Shaped Video technologie en Motion Adaptive FNR (Field Noise Reduction) is de afspeelkwaliteit van de RDR-GX7 vergelijkbaar met die van high-end Sony DVD-Video spelers zoals de DVP-S9000ES. Beeldvoorverwerking technologieën zoals pre-FNR en pre-Video Equalizer verbeteren de beeldkwaliteit door ruis te verwijderen, zelfs bij gebruik van analoog bronmateriaal uit archieven. Ook de VBR (Variable Bit Rate) opname voor alle formaten draagt bij aan de uitstekende beeldkwaliteit, met name bij langere opnameperioden.

Gebruiksgemak
Een belangrijk voordeel van de RDR-GX7 is de eenvoudige bediening, waarmee Sony de interactie tussen mens en machine op een hoger plan heeft gebracht. Met behulp van een intuïtieve GUI op uw TV-scherm kunt u eenvoudig titels toevoegen aan DVD-materiaal via de geavanceerde afstandsbediening van de recorder. De GUI stelt u in staat u te concentreren op het bedienen van de re-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

corder. U kunt een lijst samenstellen van maximaal 99 titels inclusief thumbnail afbeeldingen, waarbij de titels van TV-programma's direct kunnen worden overgenomen van Teletekst.

Vooruitstrevend design
De esthetische aantrekkingskracht van de recorder wordt gewaarborgd door een geavanceerd slank ontwerp en een geborsteld aluminium frontpaneel. Ondanks zijn geavanceerde functionaliteit heeft de RDR-GX7 bijzonder compacte afmetingen.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

7/1

Inhoud
Actueel IC-handboek

Afstandsbedieningen

Audio, diversen

Audio, eindversterkers

Audio, voorversterkers

Accu schakelingen

Auto elektronica

Beveiliging

Datacommunicatie

Detectorschakelingen

Digitale schakelingen, diversen

Diversen

Domotica

Hoogfrequent schakelingen

Inbraakbeveiliging

Motorbesturing

Speelgoed

Telecommunicatie

Vermogenselektronica, drivers

Versterkers, op-amp's en buffers

Video schakelingen

Voedingselektronica

7/108

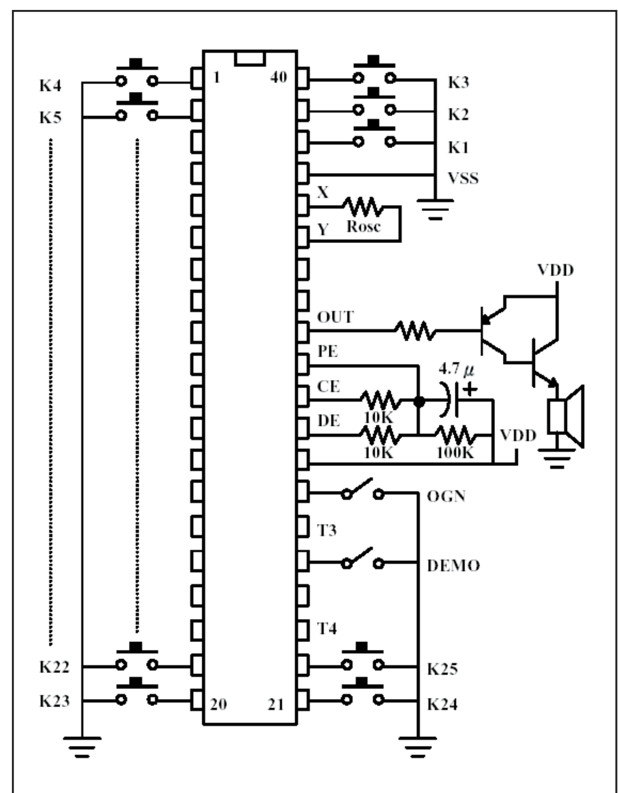
PSG25, speelgoed orgeltje met 25 toetsen en 15 tunes

Kennismaking

Met de PSG25 van Mosdesign Semiconductor kunt u snel een miniatuur speelgoed orgeltje bouwen. Het orgeltje heeft een toetsenbord met 25 toetsen die rechtstreeks, dus zonder diode-matrix, op evenveel pennen van het IC worden aangesloten. Het orgeltje werkt polyfoon, via de pen OUT kunt u het geluid aan een eenvoudig eindversterkertje aanbieden. Onder iedere tweede toets gaat bovendien een bekend melodietje schuil, van “Happy birthday” tot “Oh Susanna”. Omschakelen van orgel naar melodiegenerator gaat via één schakelaar OGN. Via een tweede schakelaar DEMO kunt u alle melodietjes achter elkaar afspelen. De gehele schakeling kan uit een batterijspanning van 3 V worden gevoed.

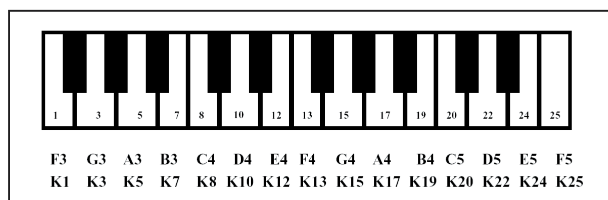
Technische gegevens

- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  DIL-40
- aansluitgegevens
  figuur 7/108-1
- toetsenbord
  figuur 7/108-2
- song list
  figuur 7/108-3
- voedingsspanning
  2,0 V min., 3,5 V max.
- voedingsstroom
  0,2 mA typisch, 0,6 mA max.
- voedingsstroom in rust
  5 μA max.
- stuurstroom luidspreker
  1 mA min.
- oscillator frequentie
  100 kHz typisch



Figuur 7/108-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de PSG25.

PSG25, speelgoed orgeltje met vijftien toetsen en tunes



Figuur 7/108-2: Het toe te passen toetsenbord.

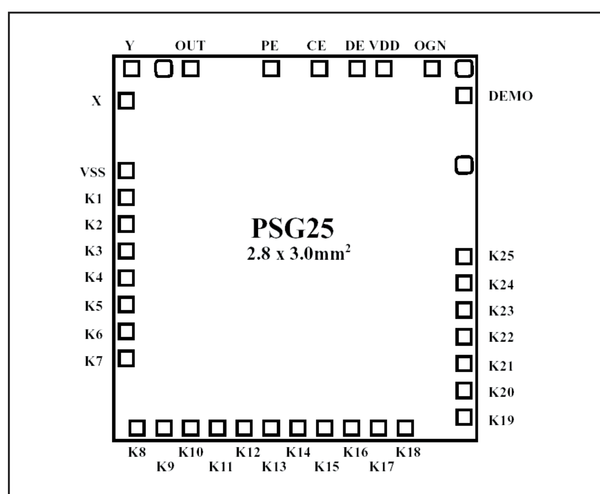
KEY	SONG LIST
K1	LITTLE STAR
K3	A LITTLE LAMB
K5	HAPPY BIRTHDAY
K7	ROW YOUR BOAT
K8	LONDON BRIDGE
K10	CLOSE ENCOUNTERS
K12	OH! MY DARLING
K13	SWAN RIVER
K15	OH! SUSANNA
K17	MY BONNIE
K19	THIS OLD MAN
K20	BILLY BOY
K22	EANCY WEENCY SPIDER
K24	CRADLE SONG
K25	I'M SO HAPPY

Figuur 7/108-3: De vijftien melodietjes die onder de toetsen verborgen zitten.

– oscillator weerstand
  220 kΩ typisch

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/108-1 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de PGG25 weergegeven. Eenvoudiger is nauwelijks te bedenken!

Opmerking
Dit IC zult u vaak aantreffen in goedkope speelgoedorgeltjes die u in de speelgoedwinkel aantreft, maar dan onder de vorm van een onbehuisde chip. Voor service-werkzaamheden en knutselplezier kan het handig zijn de aansluitcodering van deze uitvoering te weten. Deze is voorgesteld in figuur 7/108-4.



Figuur 7/108-4: De chip-uitvoering van de PSG25.

7/109

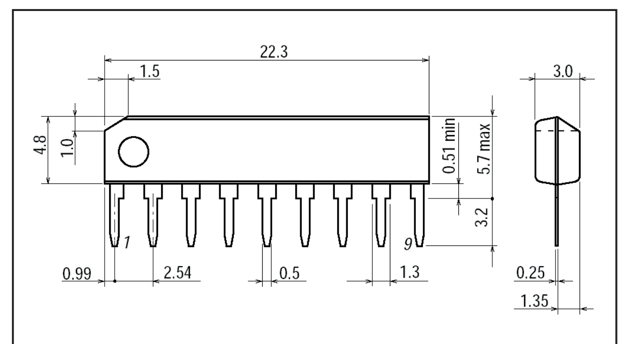
LA2010, audio pauze detector

Kennismaking

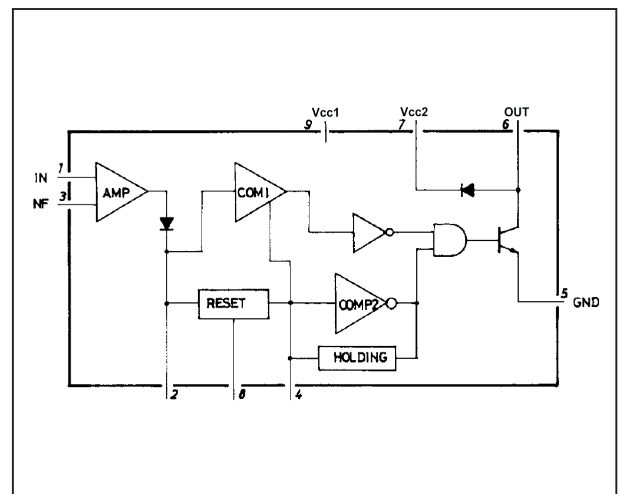
De LA2010 van Sanyo meet de geluidssterkte van een audiosignaal en stuurt een open-emitter/collector trap in geleiding als het signaalniveau aan de ingang tot onder een bepaalde waarde daalt. De schakeling is ideaal voor het opsporen van pauzes in een geluidssignaal, bijvoorbeeld de overgang van het ene nummer naar het volgende op een Audio-CD. Met de open-emitter/collector trap kunt u op dat moment een schakelactie organiseren, bijvoorbeeld een diaprojector naar de volgende dia sturen, of een belichtingsinstallatie in een nieuwe stand zetten.

Technische gegevens

- fabrikant
  Sanyo Electric Co.
- behuizing
  SIL-9, zie figuur 7/109-1
- intern blokschema
  figuur 7/109-2
- voedingsspanning
  3,5 V min., 14,0 V max.
- voedingsstroom
  11 mA typisch, 22 mA max.
- verzadigingsspanning uitgang
  1,5 V typisch, 2,0 V max.
- drempelniveau ingang
  -50 dB typisch, +/-3 dB
- comparator “H” niveau
  3,5 V typisch
- comparator “L” niveau
  2,2 V typisch
- resetspanning pen 4
  0,02 V typisch



Figuur 7/109-1: De behuizing van de LA2010.

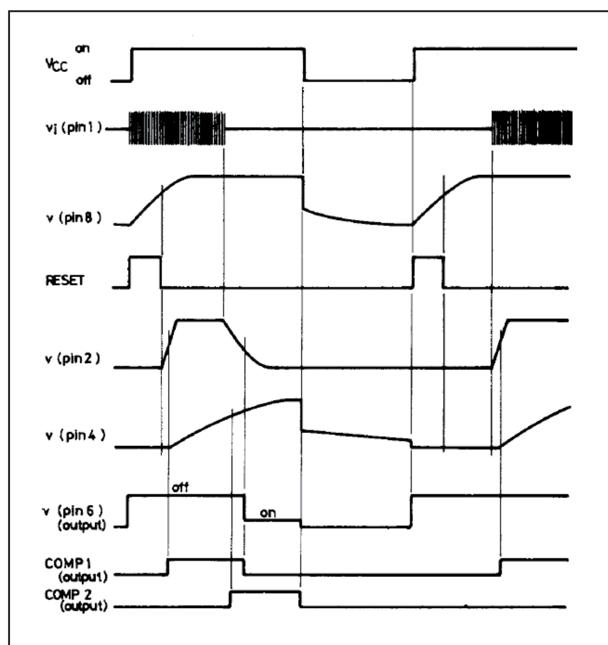


Figuur 7/109-2: Intern blokschema van de LA2010.

LA2010, audio pauze detector

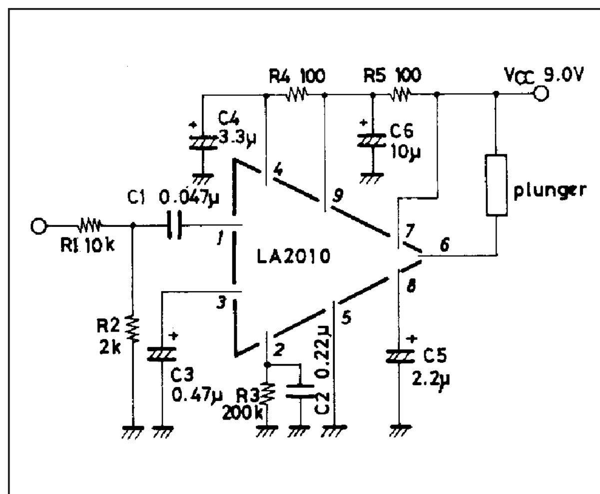
– resetspanning pen 8
  0,7 V typisch

Werkingsprincipe
De werking wordt besproken aan de hand van de timingdiagrammen in figuur 7/109-3. Bij het inschakelen van de voeding worden de reset-schakelingen aangesproken die het IC initialiseren. De reset-tijd is afhankelijk van de condensator op pen 8. Bij het ontvangen van ingangssignaal wordt de condensator op pen 2 opgeladen. De comparator 1 klapt om, de condensator op pen 4 wordt opgeladen. Bij een bepaalde spanning klapt comparator 2 om. Het gevolg is dat de uitgang op pen 6 "H" wordt. Als het ingangssignaal onder de drempelwaarde valt, wordt de uitgang op pen 6 "L" gestuurd, waardoor de uitgangstransistor een externe belasting kan aansturen.



Figuur 7/109-3: De timingdiagrammen van de LA2010.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/109-4 zijn de door de fabrikant voorgeschreven externe componenten rond de LA2010 voorgesteld.



Figuur 7/109-4: Voorbeeldschakeling rond de LA2010.

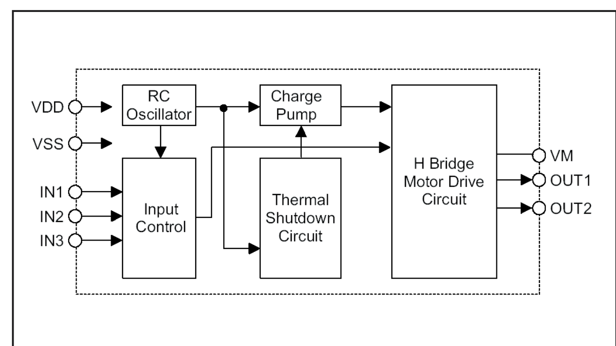
7/110

HT6751B, besturing met drie drukknoppen van 6 V motor

Kennismaking
De HT6751B van Holtek is een eenvoudige driver voor 6 V gelijkspanningsmotoren. Op de schakeling kunt u drie drukknoppen aansluiten:
- drukknop 1: draaien in de ene richting;
- drukknop 2: draaien in de andere richting;
- drukknop 3: stop.

De interne logica en de motor worden uit twee verschillende voedingsspanningen gevoed, zodat storingen op de voeding door de motorinductie niet tot de logica kunnen doordringen. De motor wordt gestuurd uit een halve brug, die voorzien is van interne beveiligingsdioden. De H-type brug is uitgerust met NMOS-transistoren met een AAN-weerstand van maximaal 0,4 Ω en kan 500 mA naar de motor sturen.
De chip is voorzien van een thermo-sensor die bij een temperatuur van 150 °C het IC naar de shut-down modus stuurt. De besturing van de motor word uitgeschakeld. De logica blijft echter werken, zodat het IC, na het wegvallen van de thermische shut-down, reageert op de laatste drukknop handeling.

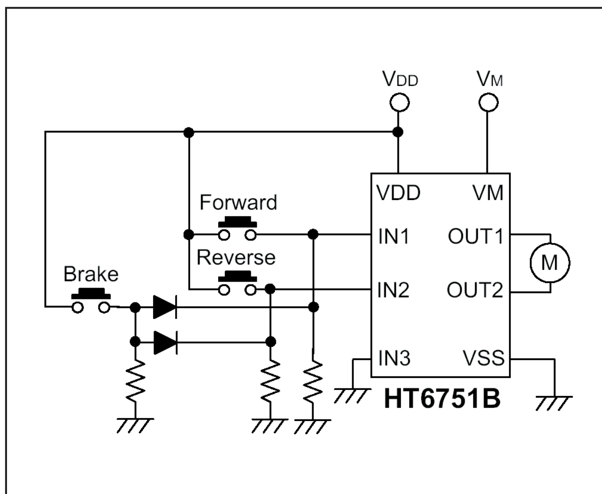
Technische gegevens
- fabrikant
  Holtek
- behuizing
  DIL-8
- intern blokschema
  figuur 7/110-1
- voedingsspanning logica
  2,0 V min., 6,0 V max.
- voedingsspanning motor
  1,8 V min., 6,0 V max.
- stand-by voedingsstroom
  10 µA max.
- voedingsstroom
  2 mA max.
- AAN-weerstand brug
  0,4 Ω max.
- logisch “L”-niveau ingangen
  0,3 V max.
- logisch “H”-niveau ingangen
  0,6 V min.
- schakeltijd brug naar AAN
  10 µs max.



Figuur 7/110-1: Intern blokschema van de HT6751B.

– schakeltijd brug naar UIT
  5 µs max.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/110-2 is weergegeven hoe u de motor met drie druknopjes kunt besturen.



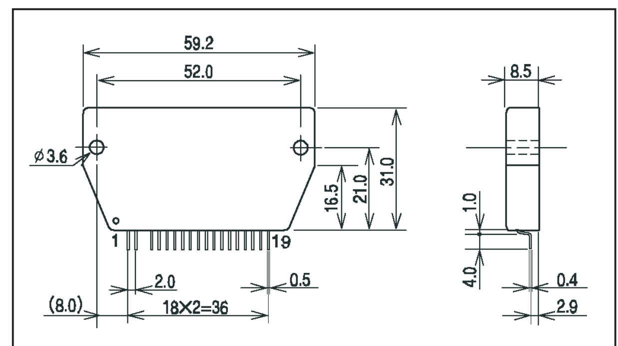
Figuur 7/110-2: Voorbeeldschakeling rond de HT6751B.

7/111

STK402-270, 3 x 40 W in 6 Ω eindversterker module

Kennismaking
De STK402-270 van Sanyo is één van de beroemde eindversterker modules van deze fabrikant. De module levert drie keer 40 W in een belasting van 6 Ω bij een vervorming van 0,4 %. De module wordt symmetrisch gevoed uit ±30 V. Door gebruik te maken van een gepatenteerde constructie IMTS is de thermische weerstand tussen eindtransistoren en basisplaat extreem laag. Hierdoor kan men de afmetingen van de module drastisch reduceren tot 59,2 x 31,0 x 8,5 mm^3.
De voorversterkertrappen worden door twee afzonderlijke pennen van voedingsspanning voorzien.

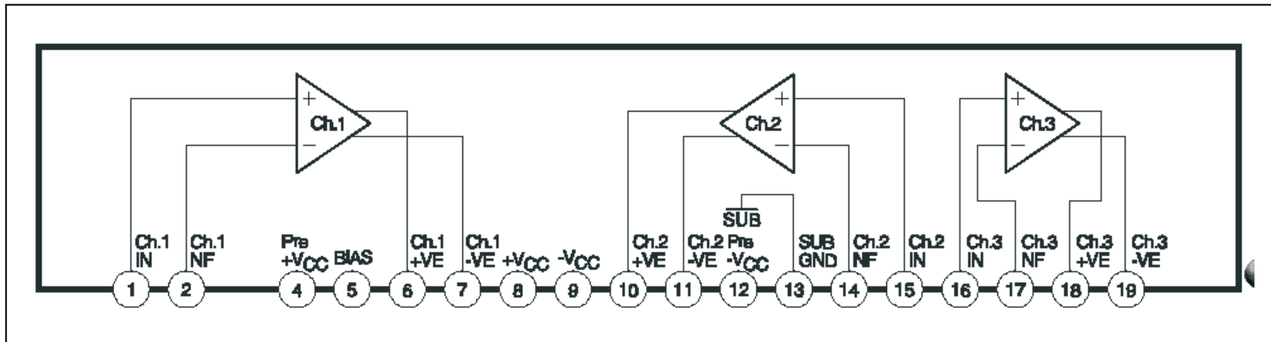
Technische gegevens
– fabrikant
 Sanyo Electric Co.
– behuizing
 figuur 7/111-1
– intern blokschema
 figuur 7/111-2
– voedingsspanningen
 ±30 V typisch, ±44 V max.
– ruststroom
 ±10 mA min., ±110 mA max.
– uitgangsvermogen
 THD 0,4 %: 3 x 40 W min. in 6 Ω
 THD 10 %: 3 x 60 W typisch in 6 Ω
– Totale harmonische vervorming
 0,4 % max. bij 1 W tussen 20 Hz en 20 kHz
 0,01 % typisch bij 5 W en 1 kHz
– frequentiebereik -3 dB
 20 Hz tot 50 kHz typisch
– ingangsimpedantie
 3 x 55 kΩ typisch
– uitgangsruis
 1,2 $mV_{effectief}$ typisch
– DC-spanning op de uitgang
 ±70 mV max.
– kortsluittijd
 0,3 s max.
– bedrijfstemperatuur
 +125 °C max.



Figuur 7/111-1: De behuizing van de STK402-270.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/111-3 is het door de fabrikant voorgeschreven schema rond de module voorgesteld.

STK402-270, 3 x 40 W in 6 Ω eindversterker module



Figuur 7/111-2: Intern blokschema van de STK402-270.

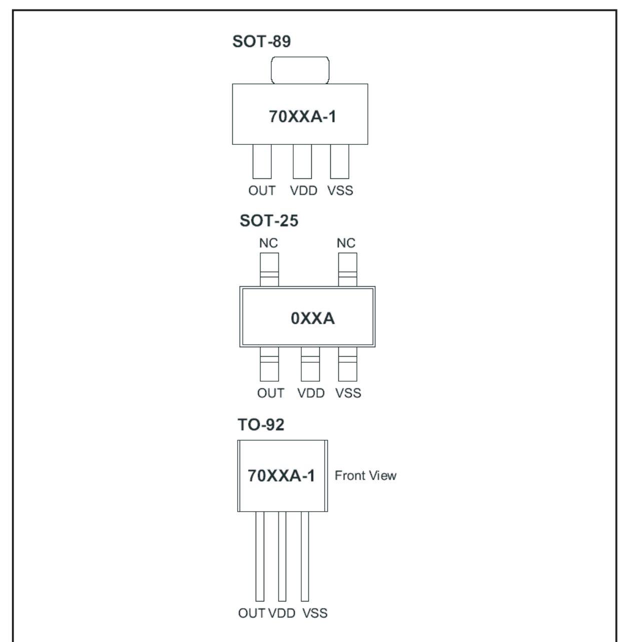
Figuur 7/111-3: De standaard schakeling rond de STK402-270.

7/112

HT70xxA-1, spanningsdetectoren van 2,4 V tot 5,0 V

Kennismaking
De reeks HT70xxA-1 van Holtec bestaat uit zes spanningsdetectoren, die de spanning tussen de pennen V_{DD} en GND monitoren. Een interne comparator stuurt een open-drain uitgang in geleiding als de gemeten spanning kleiner is dan de interne drempel en stuurt deze uitgang naar sper als de ingangsspanning groter wordt dan de drempel. De schakeling is voorzien van een hysteresis van x1,05, zodat er geen kans bestaat op oscillatie als de te meten spanning rond de drempelspanning ligt.
De zes leden van de familie reageren op:
– HT7024A-1: 2,4 V, +/-3 %;
– HT7027A-1: 2,7 V, +/-3 %;
– HT7033A-1: 3,3 V, +/-3 %;
– HT7039A-1: 3,9 V, +/-3 %;
– HT7044A-1: 4,4 V, +/-3 %;
– HT7050A-1: 5,0 V, +/-3 %.

Technische gegevens
– fabrikant
  Holtek
– behuizingen
  figuur 7/112-1
– intern blokschema
  figuur 7/112-2
– voedingsspanning
  1,5 V min, 24 V max.
– ruststroom
  4 µA min., 7 µA max.
– sinkstroom uitgang
  HT7024A-1: 1 mA typisch
  HT7027A-1: 1 mA typisch
  HT7033A-1: 2,5 mA typisch
  HT7039A-1: 2,5 mA typisch
  HT7044A-1: 6 mA typisch
  HT7050A-1: 6 mA typisch

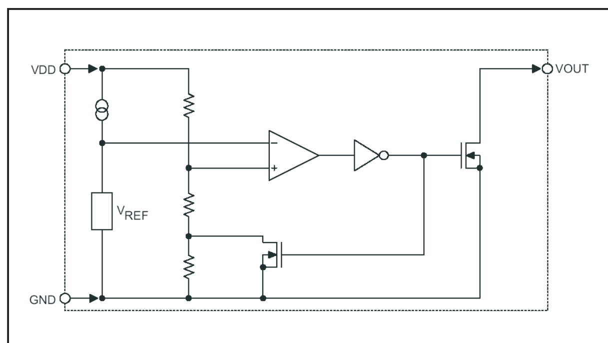


Figuur 7/112-1: De behuizingen van de HT70xxA-1.

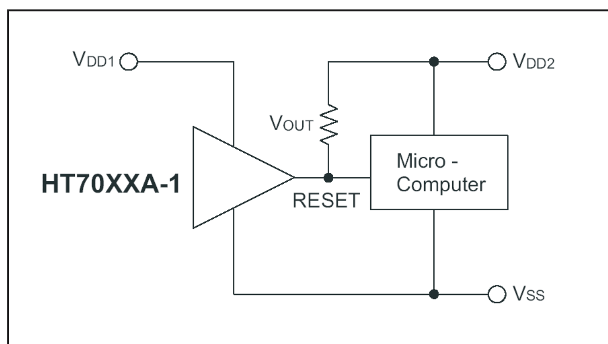
Voorbeeldschakelingen
In figuur 7/112-3 wordt het IC toegepast als microprocessor reset.
In figuur 7/112-4 is een algemeen bruikbare power-on reset schakeling weerge-

HT70xxA-1, spanningsdetectoren van 2,4 V tot 5,0 V

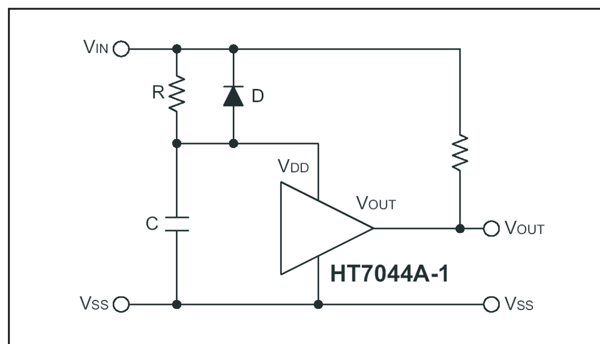
geven. De waarde van de condensator bepaalt de breedte van de resetpuls.
In figuur 7/112-5 is een monitor getekend voor een +5 V voedingslijn.



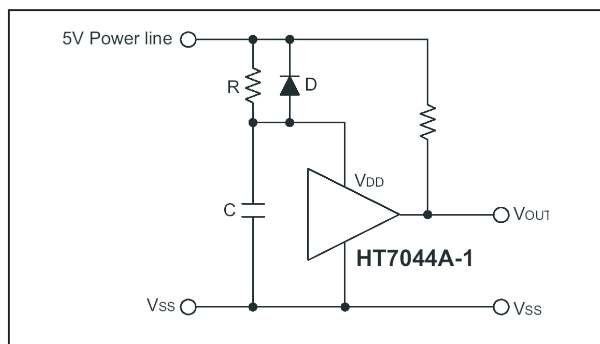
Figuur 7/112-2: Intern blokschema van de HT70xxA-1.



Figuur 7/112-3: Een resetschakeling voor een µP.



Figuur 7/112-4: Een power-on reset schakeling.



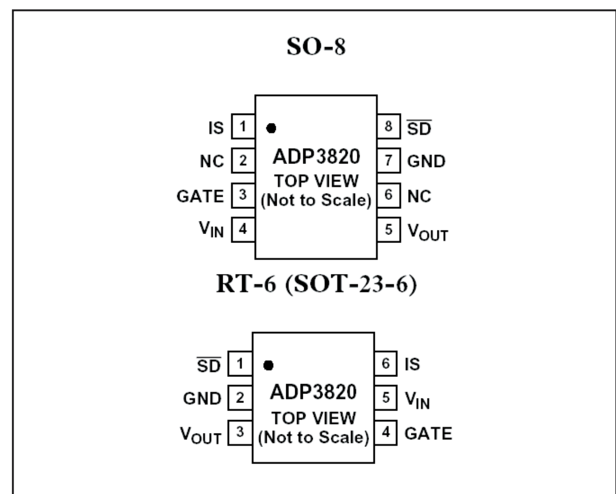
Figuur 7/112-5: Een monitorschakeling voor een +5 V voedingslijn.

7/113

ADP3820-xxx, lader voor lithium-ion cel

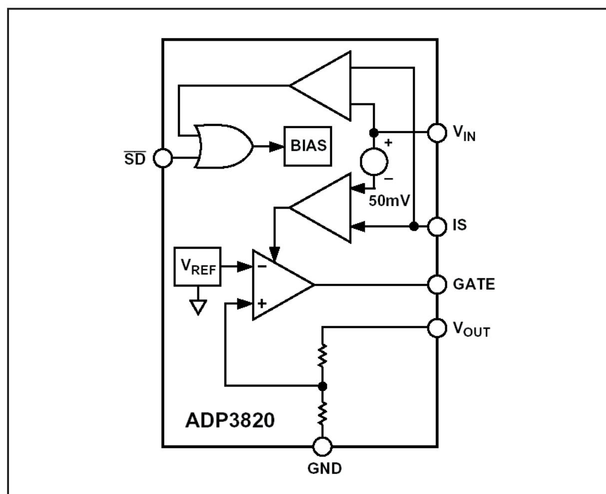
Kennismaking
De ADP3820-xxx van Analog Devices is een controle-IC voor een eenvoudige lithium-ion lader. De cel wordt geladen met een constante stroom van maximaal 1 A uit een spanning van minimaal 4,5 V. De laadstroom wordt gegenereerd door een extern aan te sluiten PMOS vermogenstransistor. De laadstroom wordt gemeten door een externe stroomsensor weerstand met een waarde van 50 mΩ per ampère. Het stroomverbruik in rust bedraagt slechts 630 µA.
Als de cel is opgeladen gaat het IC van een constante stroombron modus over in een constante spanningsbron modus, die de spanning over de cel via een kleine laadstroom op de noodzakelijke waarde houdt.

Technische gegevens
– fabrikant
  Analog Devices
– behuizingen
  SO-8, RT-6
– aansluitgegevens
  figuur 7/113.1
– intern blokschema
  figuur 7/113-2
– voedingsspanning
  4,5 V min, 15 V max.
– ruststroom
  630 µA typisch
– shut-down stroom
  1 µA typisch, 15 µA max.
– nauwkeurigheid uitgangsspanning
  +/-1 % typisch
– gate-to-source clampspanning
  6 V typisch, 10 V max.
– driverspanning gate
  0,7 V typisch
– driverstroom gate
  1 mA min.
– versterking
  80 dB typisch
– shut-down spanning pen $\overline{SD}$
  2,0 V min.
– lekstroom
  3 µA typisch, 5 µA max.

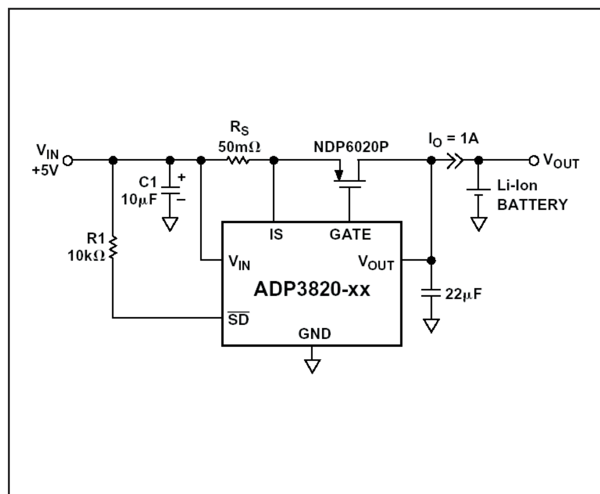


Figuur 7/113-1: De aansluitgegevens van de ADP3820.

ADP3820-xxx, lader voor lithium-ion cel



Figuur 7/113-2: Intern blokschema van de ADP3820.



Figuur 7/113-3: Externe schakeling rond de ADP3820.

Typen

De ADP3820-xxx is leverbaar in twee typen:

- ADP3820-4.1:
  uitgangsspanning 4,1 V
- ADP3820-4.2:
  uitgangsspanning 4,2 V

Het toe te passen type hangt af van de technologie die werd gebruikt bij de fabricage van de anode van de lithium-ion cel: grafiet of koolstof.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/113-3 wordt de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de ADP3820 weergegeven. De laadstroom wordt begrensd op 1 A door de weerstand R_S van 50 mΩ. In deze schakeling is de shut-down ingang vast aan de ingangsspanning gekoppeld, zodat het IC altijd “aan” staat. Door de ingang $\overline{SD}$ aan de massa te leggen gaat het IC in de shut-down modus.

8/1

Inhoud
Nieuwe ontwikkelingen in de vakwereld

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

8/10

Audiotechniek

Inhoud

8/10.1

De audio modules van Amplimo

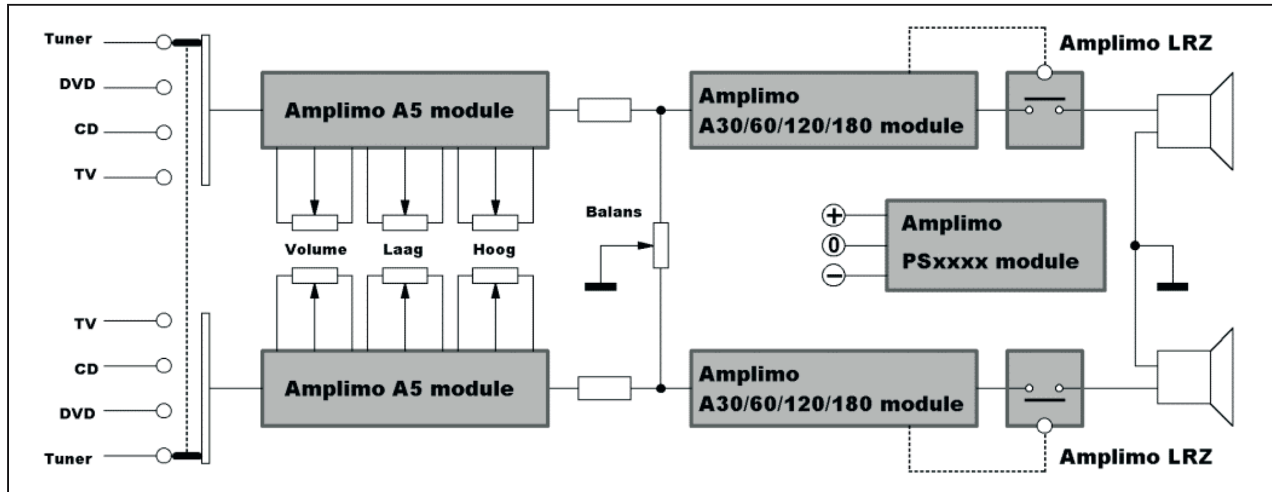
Kennismaking

Zelfbouw audio
Met de Amplimo hybride modules bouwt u snel, gemakkelijk en probleemloos uw eigen audioversterkers en mengpanelen. Dank zij het gebruik van de modernste technieken is de kwaliteit van uw versterkers uitstekend. De modules bevatten alle elektronische onderdelen. Alleen de schakelaars en potentiometers moet u op de modules aansluiten.

Overzicht
In de reeks versterker modules levert Aplimo:

– Voorversterker module:
  Met de voorversterker module A5 versterkt u signalen vanaf 2 mV tot een standaard niveau van 1 V, waarmee u de eindversterkers volledig kunt uitsturen. Deze module bestaat uit twee trappen. Met de eerste trap versterkt u de signalen van een microfoon of een platenspeler (inclusief RIAA-correctie). De tweede trap bevat de volume en toonregeling schakelingen. De enige extra componenten die u nodig heeft zijn de potentiometers voor volume, hoge en lage tonen regeling. De A5 wordt symmetrisch gevoed uit de eindversterkers en bevat eigen spanningsstabilisatoren.
– Eindversterker modules:
  De eindversterker modules A30, A60, A120 en A180 leveren evenveel onvervormde effectieve sinuswatt's als het typenummer aangeeft. De modules zijn voorzien van een automatische, maar uitschakelbare vervormingsloze begrenzer. Via een uitgang kunt u een speciaal beveiligingsrelais in uw ontwerp inbouwen. Door een minimale kans op oscillaties wordt een absolute betrouwbaarheid bereikt. Deze modules zijn bestand tegen langdurig kortsluiten van de uitgang. Een inschakelvertraging en drie beveiligingsschakelingen zijn ingebouwd.
– Beveiligingsrelais LRZ:
  Dit beveiligingsrelais LRZ beveiligt uw luidsprekers tegen "ploppen", gelijkspanning op de versterkeruitgang en tegen HF-oscillaties. Dit unieke relais is speciaal ontwikkeld voor het schakelen van luidsprekers. Het heeft een wolfram voorloopcontact dat maar liefst 100 A bij 50 V luidsprekerstroom kan schakelen.
– De voedingen PSxxxx:
  De voedingen voor de Amplimo eindversterker modules bestaan uit een ringkerntrafo van Amplimo, vier zware silicium gelijkrichtdioden (6 A) en twee grote professionele afvlakcondensatoren van 8.000 µF bij 63 V.

10.1 De audio modules van Amplimo



Figuur 8/10.1-1: De blokschematische voorstelling van de Amplimo modules in een audioversterker.

In figuur 8/10.1-1 is een blokschematische voorstelling van een typische versterker getekend, met daarin de plaats van de Amplimo modules.

De voorversterker A5

Inleiding

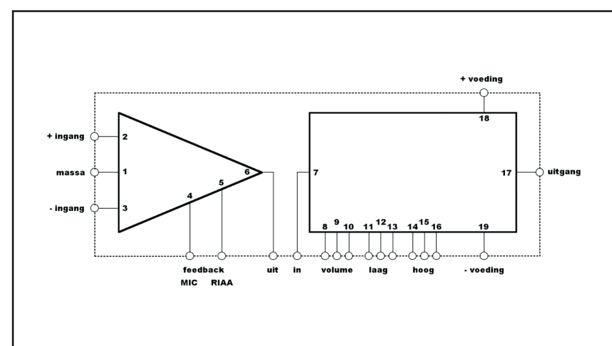
Deze zeer kleine module met professionele prestaties is veel kleiner dan andere modules dankzij moderne SMD-techniek. De complete hybride schakeling is optimaal beschermd tegen stof, vocht, schokken en trillingen door hoogwaardig hars. De schakeling is veelzijdig en uitgebreid, want deze bevat alle gangbare functies:

- Voorversterker:
  De eerste trap versterkt de kleine signalen van microfoon of platendraaier mét automatische frequentie-correctie.
- Tweede trap:
  De tweede trap versterkt de grotere signalen en bevat de schakelingen voor volume- en toonregeling.

De potentiometers voor volume, hoog en laag worden rechtstreeks op de A5 aangesloten, alle bijbehorende componenten bevinden zich in de module. Er is zelfs geen uitgangselco of voedingselco nodig. Ook de stabilisatieschakelingen voor beide voedingsspanningen zijn ingebouwd.

Intern blokschema

Het intern blokschema van de A5 is voorgesteld in figuur 8/10.1-2. De voorversterker is uitgevoerd als verschilversterker met de twee ingangen op de pennen 2 en 3.

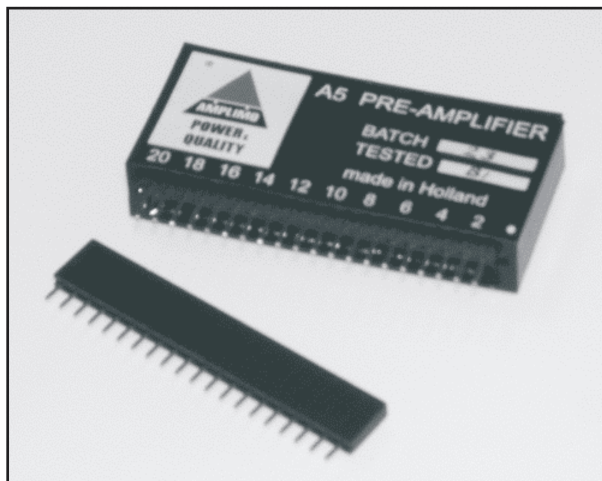


Figuur 8/10.1-2: Het intern blokschema van de voorversterker module A5.

De uitgang op pen 6 moet worden teruggekoppeld naar de feedback-pennen 4 of 5. Pen 5 introduceert de RIAA-correc-

tie voor het versterken van de signalen van een MD-element. Pen 4 verzorgt een frequentie-onafhankelijke terugkoppeling voor het versterken van microfoonsignalen.
De uitgang van de eerste trap is beschikbaar op pen 6.
Via pen 7 wordt de daaropvolgende regelschakeling van signaal voorzien. Op de pennen 8 tot en met 16 worden de drie potentiometers voor volume, laag en hoog aangesloten. Het bewerkte signaal staat op pen 17 ter beschikking.

Praktische uitvoering
In figuur 8/10.1-3 is de praktische uitvoering van de A5 voorgesteld. De elektronica zit in een zwart blokje met als afmetingen 56 x 25 x 10 mm^3. De twintig vergulde aansluitpennetjes staan op één rij in een raster met de standaard maat van 2,54 mm. Er wordt een connector K5 meegeleverd, zodat u de module niet in de print hoeft te solderen.



Figuur 8/10.1-3: De praktische uitvoering van de A5 module.

Voor de montage is in principe geen print nodig, want met de zelfklevende laag monteert u de module snel zonder boren, waarna alle aansluitpennen goed bereikbaar zijn. Op de stevige vergulde pennen kunt u direct de draden solderen.

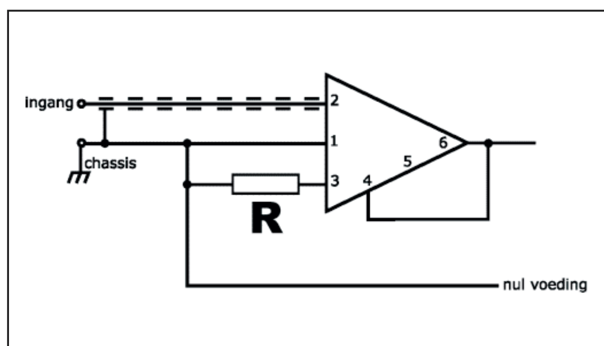
Specificaties A5
Deze hybride-schakeling is opgebouwd uit de modernste SMD-componenten, waaronder FET op-amp's. De specificaties van deze module:
– Uiterst lage vervormingscijfers, de totale harmonische vervorming bedraagt 0,009 %.
– Extreem lage ruis, afhankelijk van de versterkingsfactor bedraagt de eigen ruis slechts -119 dBV.
– Hoge CMRR, bij symmetrische versterking van dynamische microfoons bedraagt de CMRR 60 dB.
– Universele voorversterker met instelbare versterkingsfactor.
– Dynamische microfoons kunnen zonder microfoontrafo versterkt worden.
– Symmetrische microfooningang voor maximale brom-onderdrukking.
– Phantoomvoeding mogelijk.
– Ongevoelig voor hoogfrequent instraling.
– Magneto-dynamische ingang met RIAA-correctie, met een maximale afwijking van 0,2 dB.
– Mogelijkheid voor rumble-filter.
– Ingang voor CD-speler, recorder, tuner, etc.
– Actieve volumeregeling, waardoor oversturing praktisch onmogelijk is.
– Grote oversturingsruimte, het standaard +6 dB signaal van een CD-speler overstuurt de module niet.
– Actieve toonregeling met geoptimaliseerde regelkarakteristieken en groot regelbereik.
– Toonregelschakelingen ongevoelig voor brom en oscillaties door lage im-

pedanties, dus geen afgeschermde draden nodig aan deze potentiometers.
- Uitgang 17 bestand tegen kortsluiten.
- Gebufferde uitgang voor recorder mogelijk.
- Werkt op symmetrische voedingsspanningen vanaf +/-20 V.
- Geschikt voor het aansturen van alle Amplimo eindversterker modules.

Toepassingsvoorbeelden

Inleiding
In de volgende paragrafen worden voorbeeldschakelingen rond de A5 module besproken. Hieruit blijkt de veelzijdigheid van deze module.

Asymmetrische voorversterker
In figuur 8/10.1-4 is het schema getekend van een universele asymmetrische voorversterker met een grote versterkingsfactor.



Figuur 8/10.1-4: De voorversterker van de A5 in gebruik als asymmetrische voorversterker.

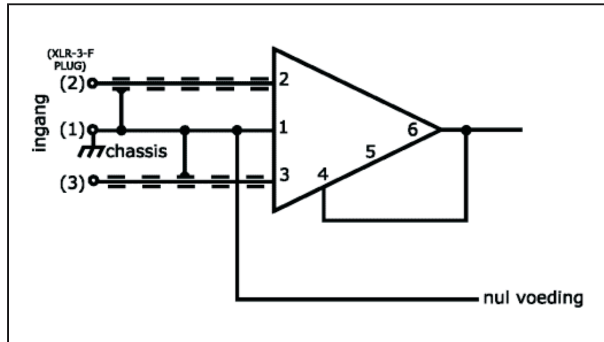
Pen 1 wordt rechtstreeks met het chassis verbonden, dus niet via de afscherming van de kabel die naar pen 2 gaat. Deze hangt alleen bij de ingangsconnector aan het chassis. Tussen pen 3 en pen 1 staat een weerstand R die de versterking van de trap vastlegt. Door de terugkoppeling van pen 6 naar pen 4 ontstaat een frequentie-onafhankelijke terugkoppeling met een grote bandbreedte.
De technische specificaties van deze versterker zijn:
- Ingangsimpedantie:
  47 kΩ
- Ingangsspanning:
  2,2 mV nominaal, 160 mV max.
- Versterkingsfactor:
  46x met R = 0
  24x met R = 1 kΩ
  10x met R = 3,9 kΩ
  5x met R = 10 kΩ
  1x met R = 2,2 MΩ
- Uitgangsimpedantie:
  47 Ω
- Frequentie bereik:
  3 Hz - 35 kHz
- Ruis aan de ingang:
  -119 dBV

Door in serie met de pennen 2 en 3 een elco op te nemen kan de bandbreedte aan de lage kant worden begrensd:
- C = 4,7 μF: 20 Hz
- C = 1 μF: 100 Hz

Symmetrische versterker voor dynamische microfoon
In figuur 8/10.1-5 is de voorversterker van de A5 in gebruik als voorversterker voor een dynamische microfoon met een symmetrische leiding. Hierbij wordt de microfoon door middel van een driepolige XLR-connector met de versterker verbonden, zie figuur 8/10.1-6. Beide aansluitingen van de microfoon worden via een afgeschermde kabel met de pennen 2 en 3 van de A5 module verbonden. De afschermingen van de kabels, die het XLR-chassisdeel verbinden met de pennen van de A5, zijn alleen bij het chassis-

10.1 De audio modules van Amplimo

deel met het chassis van de kast verbonden.



Figuur 8/10.1-5: De voorversterker van de A5 in gebruik als symmetrische versterker voor een dynamische microfoon.



Figuur 8/10.1-6: Het symmetrisch uitgevoerde connectormateriaal XLR.

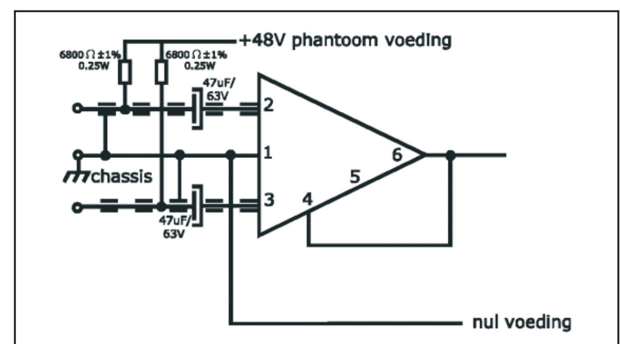
De technische specificaties van deze versterker zijn:

- Ingangsimpedantie:
  2 x 1 kΩ
- Ingangsspanning:
  2,2 mV nominaal, 160 mV max.
- Versterkingsfactor:
  46x oftewel 33 dB
- Frequentiebereik:
  3 Hz - 35 kHz
- Ruis aan ingang:
  -119 dBV
- CMRR:
  60 dB

Ook nu kunt u het frequentiebereik aan de lage kant beperken door elco's in serie met de pennen 2 en 3 op te nemen.

Symmetrische versterker voor condensator microfoon

Het grote verschil tussen een dynamische en een condensator microfoon is dat het laatstgenoemde type een voedingsspanning nodig heeft. Soms gebruikt men batterijen, maar het is ook mogelijk deze voedingsspanning via de kabel aan te voeren. In dat geval is er sprake van "phantoom-voeding". In figuur 8/10.1-7 is het schema getekend van een voorversterker voor een condensator microfoon met phantoom-voeding.



Figuur 8/10.1-7: Het schema van een symmetrische microfoonversterker met phantoom-voeding.

De +48 V voor de voeding van de condensator microfoon wordt via de twee symmetrische leidingen naar de microfoon getransporteerd, de twee weerstanden van 6,8 kΩ verhinderen dat het microfoonsignaal wordt kortgesloten naar de massa via de lage impedantie van de voeding. De twee weerstanden moeten nauwkeurige aan elkaar gelijk zijn, an-

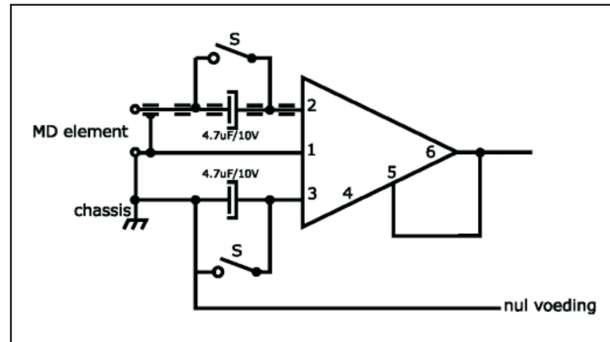
10.1 De audio modules van Amplimo

ders word de symmetrie van het systeem doorbroken en gaat de CMRR flink achteruit. Vandaar dat wij u adviseren hier 1 % weerstanden toe te passen.
De technische specificaties van deze versterker zijn:

- Ingangsimpedantie:
  2 x 1 kΩ
- Ingangsspanning:
  2,2 mV nominaal, 160 mV max.
- Versterkingsfactor:
  46x (33 dB)
- Frequentiebereik:
  3 Hz - 35 kHz
- Ruis aan ingang:
  -119 dBV
- CMRR:
  60 dB

Ook nu kunt u het frequentiebereik aan de lage kant beperken door elco's in serie met de pennen 2 en 3 op te nemen.

RIAA-versterker voor MD-elementen
Hoewel de vertrouwde platenspeler in huiskamerkringen nauwelijks nog wordt gebruikt, is het apparaat nog steeds zeer populair bij DJ's. Vandaar dat wij in figuur 8/10.1-8 het schema geven van de voorversterker uit de A5 module, toegepast als RIAA-correctieversterker.
MD-elementen leveren namelijk geen lineaire frequentiekarakteristiek. De lage tonen worden verzwakt, de hoge tonen versterkt. Het eerste zorgt ervoor dat de groeven van de spiraal dichter bij elkaar kunnen liggen, het tweede verbetert de signaal/ruis-verhouding aanzienlijk. Bij het versterken van een pick-up signaal moet die frequentiekarakteristiek weer recht worden getrokken en dat doet men met de beroemde RIAA-correctie. Deze is in de voorversterker van de A5 aanwezig en wordt actief als u de pennen 6 en 5 met elkaar verbindt.



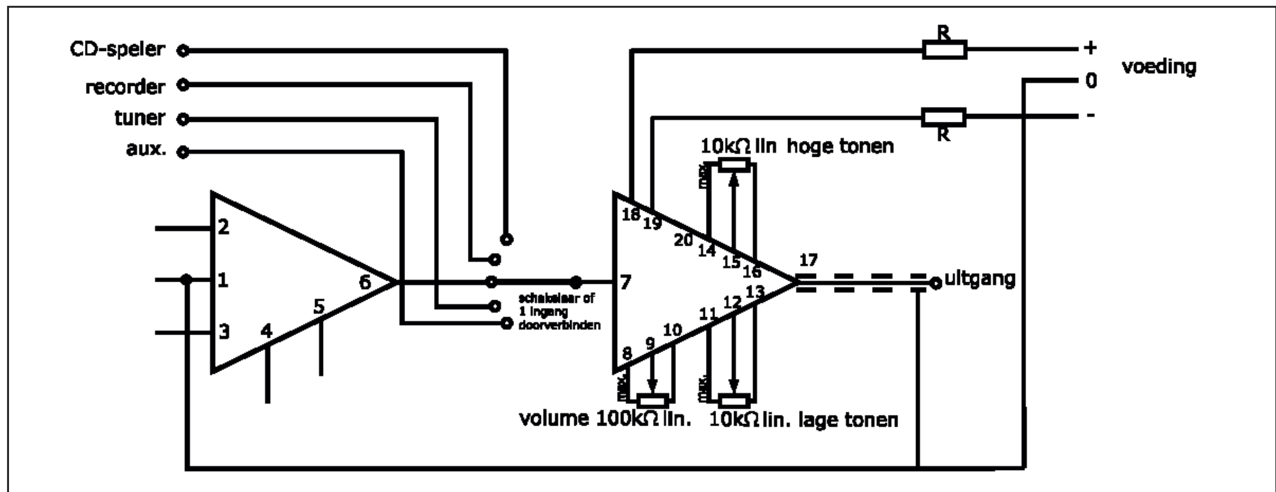
Figuur 8/10.1-8: De voorversterker van de A5 in gebruik als RIAA-correctie versterker.

De technische gegevens van deze versterker:

- Ingangsimpedantie:
  47 kΩ
- Ingangsspanning:
  2,5 mV nominaal, 177 mV max.
- Versterkingsfactor:
  40 x (32 dB) bij 1 kHz
- Frequentiebereik:
  3 Hz - 100 kHz
- RIAA-nauwkeurigheid:
  ±0,2 dB (20 Hz - 20 kHz)
- Rumble filter:
  bij geopende schakelaar S
- Ruis aan ingang:
  -124 dbV

De standaard toonregeling
De tweede trap van de A5 module bevat alle elektronische onderdelen voor het samenstellen van een zeer symmetrisch werkende toonregeling met lage en hoge tonen regeling. Het schema is voorgesteld in figuur 8/10.1-9. Zoals reeds gesteld in de inleiding, kunt u de potentiometers van de toonregeling met enkelvoudige, onafgeschermde draadjes met de A5 module verbinden. Dit spaart heel wat soldeerwerk en -tijd!
De technische gegevens van deze schakeling zijn:

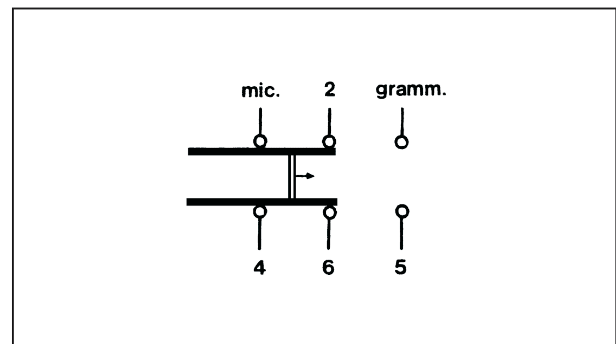
10.1 De audio modules van Amplimo



Figuur 8/10.1-9: Het bedraden van de volume en toonregel potentiometers van de A5.

- Ingangsimpedantie:
  47 kΩ (pen 7)
- Ingangsspanning:
  0,1 V nominaal, 7 V max.
- Versterkingsfactor:
  10 x (20 dB)
- Uitgangsimpedantie:
  47 Ω
- Uitgangsspanning:
  1 V nominaal
  6 V max, bij 10 kΩ
  5 V max, bij 1 kΩ
- Frequentiebereik:
  4 Hz - 60 kHz (A = 10)
  3 Hz - 117 kHz (A = 1)
- Toonregeling hoog:
  ±15 dB bij 20 kHz
- Toonregeling laag:
  ±20 dB bij 20 Hz
- Ruis aan uitgang 17:
  -97 dBV
- Totale harmonische vervorming:
  0,009 %

Omschakelen tussen MIC en PHONO
Door één dubbelpolige omschakelaar toe te passen kunt u een P5 module omschakelen tussen microfoon en platendraaier voorversterker. Dit is voornamelijk van belang bij het samenstellen van mengtafels. Iedere ingang krijgt dan één P5 module als versterker en met de schakeling van figuur 8/10.1-10 kunt u ieder kanaal omschakelen tussen microfoon en pick-up.



Figuur 8/10.1-10: Het toepassen van een schakelaar voor het omschakelen van een P5 module tussen MIC en PHONO.

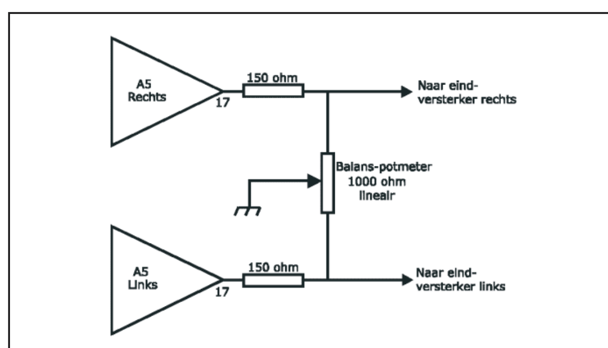
De bovenste schakelaar schakelt de module-ingang pen 2 naar de connectoren voor de microfoon of de platendraaier. De onderste schakelaar schakelt de terugkoppeling van de uitgang (pen 6) naar pen 4 of pen 5.

10.1 De audio modules van Amplimo

Om schakelklikken te voorkomen moet deze schakelaar van het type maak-voor-verbreek zijn, bijvoorbeeld een schuifschakelaar. De draden moet u afschermen.

Een stereo versterker

Voor de samenstelling van een stereo versterker heeft u twee modules A5 nodig, de schakelaar en potentiometers worden dan uiteraard dubbele types. De balans potentiometer sluit u aan volgens het schema van figuur 8/10.1-11.

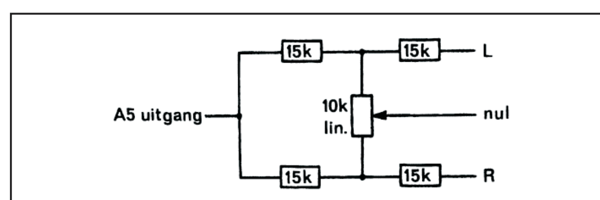


Figuur 8/10.1-11: Het aansluiten van een balans potentiometer.

Een volledig blokschema van een stereo versterker met twee A5 modules is overigens getekend in figuur 8/10.1-1.

Panorama regeling

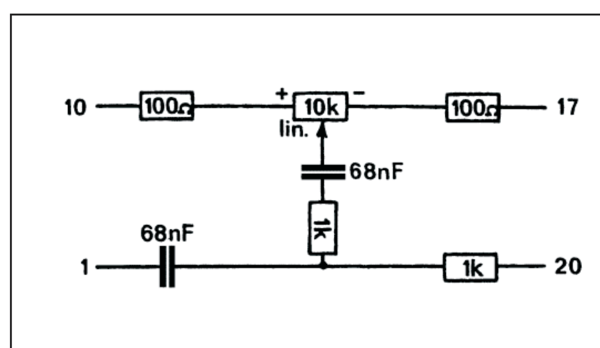
Met een panorama regeling kunt u het stereobeeld aanpassen. U kunt hiermee elk signaal verplaatsen tussen uiterst rechts en uiterst links. De signalen komen daarbij meestal van microfoons bij muziekinstrumenten of zangstemmen. Deze schakeling, voorgesteld in figuur 8/10.1-12, bevat weinig onderdelen, maar werkt zeer effectief. Voor elk microfoon-kanaal kunt u zo'n schakeling toepassen, waarbij de diverse punten "L" met elkaar verbonden worden en eveneens de punten "R". Deze gemeenschappelijke punten gaan dan naar de twee eindversterkers. Met de stand van de "PANPOT" schuifpotentiometer (10 kΩ lineair) bepaalt u de stand van ieder instrument in het totale stereobeeld.



Figuur 8/10.1-12: Het schema voor een panorama regeling.

Middentoon regeling

De module A5 heeft één pen (20) die u tot nu toe niet in de schema's heeft teruggevonden. Dank zijn deze extra pen kunt u op een heel eenvoudige manier een derde toonregeling aanbrengen. Deze toonregeling, zie figuur 8/10.1-13, heeft een bereik van ±12 dB bij 1 kHz en is bijvoorbeeld erg nuttig voor het iets verzwakken of versterken van de menselijke stem in een geluidsbeeld.



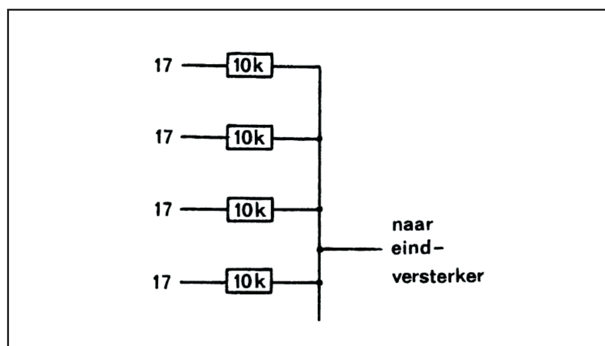
Figuur 8/10.1-13: Het schema van een middentoon regeling.

Hoofdtelefoon aansluiting

Een hoofdtelefoon met een impedantie van minimaal 30 Ω kunt u direct aansluiten op uitgang 17. Met een 100 Ω weerstand in serie met de hoofdtelefoon le-

vert de A5 een grotere uitgangsspanning en gedraagt zich nog beter.

Mengen van signalen
De A5 module is uiteraard een ideaal onderdeel voor het samenstellen van mengtafels. De honderden zélf te solderen onderdelen die bij een uitgebreide mengtafel aan de orde komen worden gereduceerd tot één A5 module per mono-ingang plus wat potentiometers en schakelaars. De tot nu toe beschreven schakelingen kunt u uiteraard ook toepassen in de kanalen van een mengversterker. Blijft echter het probleem hoe de uitgangssignalen van alle A5 modules met elkaar gemengd worden. Bij voldoende ingangssignaal, een situatie die tot uiting komt als u de volume potentiometers nooit tot meer dan 75 % moet opentrekken, kunt u volstaan met de eenvoudige resistieve menger die in figuur 8/10.1-14 is getekend. Elke A5 uitgang wordt daarbij via een 10 kΩ weerstandje verbonden met de eindversterker ingang.



Figuur 8/10.1-14: Het resistief mengen van de uitgangen van diverse A5 modules.

Bij het mengen van nog meer A5 uitgangen moet u echter een uitgangsversterker toepassen. Tussen het knooppunt van alle 10 kΩ weerstanden en de eindversterker schakelt u een extra A5 module. Dan kunnen tientallen kanalen worden gemengd zonder merkbaar signaalverlies.

Uitgangsversterker
Zo'n extra module noemt men de uitgangsversterker. Door het toepassen van veel mengweerstanden en ook door panorama schakelingen ontstaan signaalverzwakkingen. Deze kunt u dus compenseren door een extra A5 als uitgangsversterker toe te passen. Hierdoor ontstaat bovendien de mogelijkheid van een totale volumeregeling ("MASTER") en hoge en lage tonen van het totaalsignaal. Tevens verdubbelt dan het totale toonregelbereik tot meer dan +/-30 dB! Bij voorkeur houdt u echter deze toonregelingen aanvankelijk in de middenstand en gebruikt u de toonregelingen van elk kanaal.
Als u een A5 module gebruikt als uitgangsversterker moet de voorversterker in deze module worden uitgeschakeld. Vandaar dat de pennen 1, 2 en 3 met het nulpunt van de voeding worden verbonden. De gemeenschappelijke lijn van alle 10 kΩ mengweerstanden sluit u aan op pen 7 van de extra P5 module. De uitgang van deze versterker (pen 17) verbindt u op de gebruikelijke manier met de eindversterker(s).

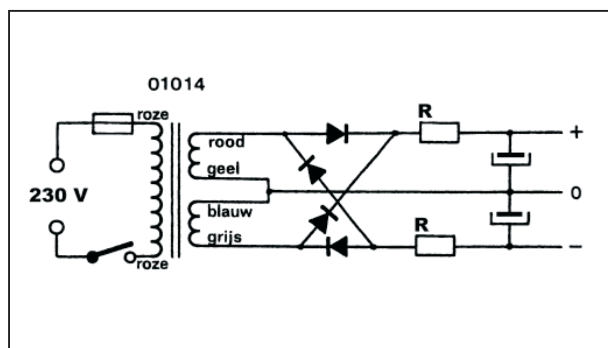
Nagalmversterker
De A5 module is uiterst geschikt voor het bouwen van een nagalmversterker. Wij raden u het gebruik van de beroemde Hammond nagalmveer aan. Eén A5 module gebruikt u voor het sturen van de ingang van de veer, een tweede A5 module voor het versterken van het uitgangssignaal van de veer. Een analoge nagalm van topkwaliteit!

10.1 De audio modules van Amplimo

De voeding voor de A5 modules
Als u de A5 modules in dezelfde behuizing monteert als de eindversterker modules, kunt u de voedingspennen 18 en 19 aansluiten op de voeding van de bijbehorende eindversterker, want in de A5 module zijn stabilisatie-schakelingen ingebouwd. De volgende serieweerstanden R (zie figuur 8/10.1-9) worden geadviseerd:

- R = 0 Ω bij 20 V tot 23 V;
- R = 390 Ω (1/4 W) bij 23 V tot 29 V;
- R = 1 kΩ (1/4 W) bij 29 V tot 37 V;
- R = 1,8 kΩ (1/2 W) bij 37 V tot 49 V;
- R = 3,3 kΩ (1 W) bij 49 V tot 70 V.

Als u de A5 modules in een eigen behuizing monteert moet u uiteraard een eigen symmetrische voeding inbouwen. In figuur 8/10.1-15 is een bruikbaar schema getekend, waarbij gebruik wordt gemaakt van een Amplimo ringkerntrafo type 01014.



Figuur 8/10.1-15: Een eenvoudige voeding voor het voeden van de A5 modules.

De vier dioden kunnen normale gelijkrichtdioden zijn, bijvoorbeeld 1N4003. De twee elco's moeten een capaciteit van 2.200 µF bij 45 V hebben. Met de twee serieweerstanden worden de uitgangsspanningen over de elco's ingesteld op ongeveer ±23 V. Hoe meer A5 modules u in het systeem heeft opgenomen, hoe kleiner deze weerstanden moeten zijn. Een paar voorbeelden:

- 10 stuks A5: 18 Ω (1/2 W);
- 20 stuks A5: 3,3 Ω (1/4 W);
- meer dan 23 stuks A5: geen weerstand.

De eindversterkers

Inleiding
Met deze modules bouwt u snel en gemakkelijk hoogwaardige versterkers. Voeding aansluiten, voorversterker aansluiten, uw luidsprekers aansluiten en klaar!
De modules zijn hybride-schakelingen waarin de modernste SMD-technologie wordt gecombineerd met hoogwaardige eindtransistoren. Alle onderdelen zijn beschermd door ingieten in epoxy hars. De toegepaste schakelingen zijn zeer stabiel, zelfs bij ongunstige belastingen. De minimale kans op oscillaties die hiervan het gevolg is, garandeert een grote mate van betrouwbaarheid.
De modules zijn, dank zij drie ingebouwde beveiligingsschakelingen, bestand tegen langdurig kortsluiten van de uitgang. Clipping-vervorming op de uitgang wordt voorkomen door een ingebouwde vervormingsvrije automatische volumeregeling. Bovendien is een inschakelvertraging aanwezig die uw kostbare luidsprekers tegen "ploppen" beschermt. De modules hebben slechts acht aansluitingen en zijn dus snel te bedraden. Bovendien is geen afregeling noodzakelijk.

Overzicht
Amplimo levert vier verschillende eindversterker modules, die gebruik maken

van dezelfde technologie, vrijwel identieke specificaties hebben en voornamelijk verschillen in het maximale vermogen dat zij kunnen leveren:
- A30 module:
  30 W sinusoidaal vermogen in 4 Ω;
- A60 module:
  60 W sinusoidaal vermogen in 4 Ω;
- A120 module:
  120 W sinusoidaal vermogen in 4 Ω;
- A180 module:
  180 W sinusoidaal vermogen in 4 Ω.

Een woord over vermogen

Helaas zijn er op dit moment tientallen definities in omloop van het vermogen dat een eindversterker kan leveren. U merkt dat het schrilst aan de eindversterkers die worden aangeboden voor het aansluiten op de geluidskaart van uw PC. Op de verpakking staat "250 W boostpower" of iets dergelijks. Bij het uitpakken van de doos blijkt dan dat deze versterkers gevoed worden uit een kleine netstekervoeding die 12 V bij maximaal 1 A kan leveren. Als wij het in het kader van de Amplimo modules hebben over vermogen, dan bedoelen wij het vermogen zoals het door de wetten van de elektrotechniek gespecificeerd wordt: vermogen is gelijk aan spanning maal stroom.
Om terug te komen op het voorbeeld: de voeding van die hoogvermogen versterkers kan dus maximaal 12 V maal 1 A is 12 W leveren!
De specificaties van de Amplimo modules hebben het over échte watt's: de A180 levert inderdaad 180 natuurkundige watt's aan een luidspreker van 4 Ω!

Praktische uitvoering

De vier Amplimo eindversterker modules zijn verzameld in figuur 8/10.1-16. Het milieu kreeg veel aandacht: er is geen hars aangebracht tegen het aluminium koellichaam om recycling mogelijk te maken en er is zelfs twaalf keer minder hars gebruikt dan bij ingegoten modules. Dank zij klemverbindingen zijn alle componenten en de printplaat van het koellichaam te verwijderen. Door zeer compacte samenbouw werd printplaat bespaard.

De eindtransistoren zijn tegen het koellichaam bevestigd met nieuwe hoogwaardige klemveren, die op de transistoren drukken ter plaatse van de chip, dus niet met een bout die asymmetrisch drukt en het koellichaam vaak vervormt. Het koellichaam is een eigen Amplimo ontwikkeling met gegolfde ribben ter vergroting van het koelend oppervlak. Bovendien hebben de ribben geen wisselende dikte, maar een geleidelijk afnemende dikte voor optimale warmtegeleiding. Door het aanbrengen van extra ribben aan de buitenzijde is het koelende oppervlak nog eens extra vergroot, zodat er onder normale omstandigheden geen ventilator nodig is.
Voor de bevestiging van de modules hoeft u geen rechthoekig gat te zagen in de kast, maar slechts gaten te boren voor het doorvoeren van de acht aansluitpennen, dit kost veel minder tijd en minder gereedschap. Een boormal wordt meegeleverd. Er zijn in het koellichaam uitsparingen aangebracht voor de bevestigingsbouten, maar sneller werkt u met de meegeleverde zelftappers, want dan zijn er geen moeren nodig die op de juiste plaats gehouden moeten worden.
De gehele schakeling is elektrisch geïsoleerd van het koellichaam, er bestaat dus geen gevaar voor aardlussen.
Alle onderdelen bevinden zich binnen het aluminium koellichaam, dus zijn mechanisch zeer goed beschermd.

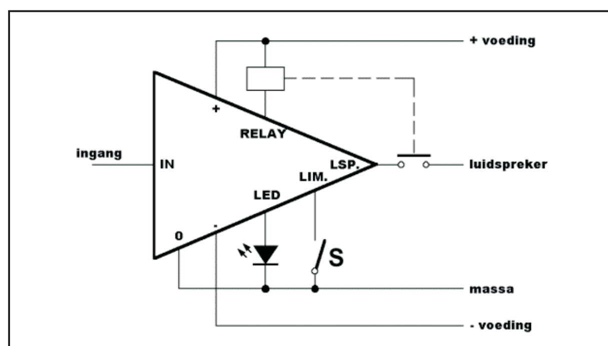
10.1 De audio modules van Amplimo



Figuur 8/10.1-16: De vier eindversterker modules A30, A60, A120 en A180.

Intern blokschema

Het intern blokschema van de vier modules is voorgesteld in figuur 8/10.1-17. Naast de gebruikelijke aansluitingen voor de ingangsspanning, de uitgangsspanning, de massa en de twee voedingsspanningen, treft u vier extra aansluitingen aan.



Figuur 8/10.1-17: Het intern blokschema van de eindversterker modules.

De pen LIM

Door deze pen open te laten schakelt u de unieke automatische volumeregeling en begrenzer in. De meeste transistorversterkers veroorzaken bij oversturing een scherpe afkapping van het signaal (clipping), waarbij veel hogere harmonischen ontstaan. Deze veroorzaken een sterke oversturing van de tweeters in uw luidsprekerboxen. Ter voorkoming van deze zware vervorming is in de Amplimo modules een automatische volumeregeling ingebouwd, die zonder vervorming werkt. De regeling is uitschakelbaar door de pen LIM aan de massa te leggen. De luidsprekerimpedantie heeft geen invloed op de werking, terwijl pieken ongehinderd doorgelaten worden. De regeling werkt met uitgekiende aan- en uitlooptijden om het geluidsbeeld niet onrustig te maken.

De pen LED

Tussen deze pen en de massa schakelt u een LED. Deze LED gaat branden als de automatische volumeregeling in werking treedt en er dus automatische verzwakking op het ingangssignaal wordt toegepast.

De pen RELAY

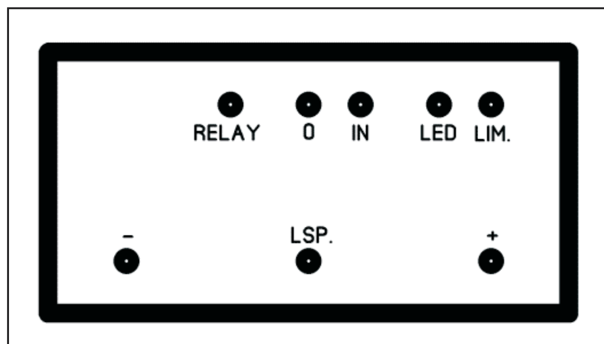
Tussen deze pen en de positieve voeding schakelt u de spoel van een speciaal relais, waarmee u uw kostbare luidsprekers kunt beveiligen. Alle Amplimo eindversterker modules zijn namelijk voorzien van uitgebreide interne beveiligingschakelingen, die dit relais bekrachtigen als er onverhoopt iets mis gaat:

- Bij het inschakelen van de netspanning wordt pas na één seconde de luidspreker ingeschakeld ter voorkoming van de beruchte inschakelgeluiden (ploppen).
- Een gelijkspanningsbeveiliging schakelt de luidspreker uit zodra er gelijkspanning op de uitgang verschijnt.
- Indien de eindtransistoren te heet worden schakelt de luidspreker uit.
- Bij hoogfrequent oscilleren of bij een gevaarlijk hoogfrequent signaal op de

ingang wordt de luidspreker uitgeschakeld.

Bestand tegen overbelasting
De Amplimo eindversterker modules worden niet beschadigd bij belasting onder de 4 Ω. Zelfs langdurige kortsluiting van de uitgang is toegestaan! Na opheffing van de sluiting werken de versterkers automatisch verder.

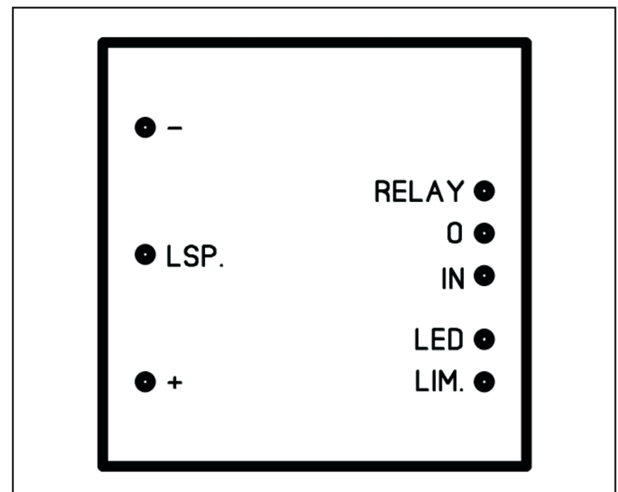
De aansluitgegevens
De modules A30, A60 en A120 hebben identieke aansluitgegevens, zie figuur 8/10.1-18. De zwaarste module, de A180, heeft afwijkende aansluitgegevens, zie figuur 8/10.1-19.



Figuur 8/10.1-18: De aansluitgegevens van de A30, A60 en A120.

De specificaties van de A30
Deze module heeft de onderstaande specificaties:

- Effectief sinus vermogen in 4 Ω: 30 W
- Effectief sinus vermogen in 8 Ω: 25 W
- -3 dB frequentiebereik: 5 Hz - 40 kHz
- Totale harmonische vervorming bij 2 W in 4 Ω: 0,07 %
- Totale harmonische vervorming bij 27 W: 0,08 %
- Intermodulatie vervorming bij 27 W: 0,02 %



Figuur 8/10.1-19: De aansluitgegevens van de A180.

- Signaal/ruis verhouding: 105 dBA
- Dempingsfactor, inclusief relais: 170
- Slew rate: 6 V/µs
- Stijgtijd: 8 µs
- Ingangsspanning voor maximale uitsturing: 1 V_{eff}.
- Ingangsimpedantie: 22 kΩ
- Voedingsspanningen: +/-26 V
- Afmetingen: 119 x 75 x 50 mm
- Gewicht: 430 g

De specificaties van de A60
Deze module heeft de onderstaande specificaties:

- Effectief sinus vermogen in 4 Ω:
  60 W
- Effectief sinus vermogen in 8 Ω:
  40 W
- -3 dB frequentiebereik:
  5 Hz - 40 kHz
- Totale harmonische vervorming bij 2 W in 4 Ω:
  0,07 %
- Totale harmonische vervorming bij 54 W:
  0,07 %
- Intermodulatie vervorming bij 54 W:
  0,01 %
- Signaal/ruis verhouding:
  107 dBA
- Dempingsfactor, inclusief relais:
  180
- Slew rate:
  5 V/µs
- Stijgtijd:
  8 µs
- Ingangsspanning voor maximale uitsturing:
  1 V_{eff}.
- Ingangsimpedantie:
  22 kΩ
- Voedingsspanningen:
  +/-35 V
- Afmetingen:
  119 x 75 x 50 mm
- Gewicht:
  430 g

De specificaties van de A120
Deze module heeft de onderstaande specificaties:

- Effectief sinus vermogen in 4 Ω:
  120 W
- Effectief sinus vermogen in 8 Ω:
  100 W
- -3 dB frequentiebereik:
  5 Hz - 40 kHz
- Totale harmonische vervorming bij 2 W in 4 Ω:
  0,08 %
- Totale harmonische vervorming bij 108 W:
  0,09 %
- Intermodulatie vervorming bij 108 W:
  0,09 %
- Signaal/ruis verhouding:
  107 dBA
- Dempingsfactor, inclusief relais:
  130
- Slew rate:
  4 V/µs
- Stijgtijd:
  8 µs
- Ingangsspanning voor maximale uitsturing:
  1 V_{eff}.
- Ingangsimpedantie:
  22 kΩ
- Voedingsspanningen:
  +/-47 V
- Afmetingen:
  119 x 75 x 50 mm
- Gewicht:
  430 g

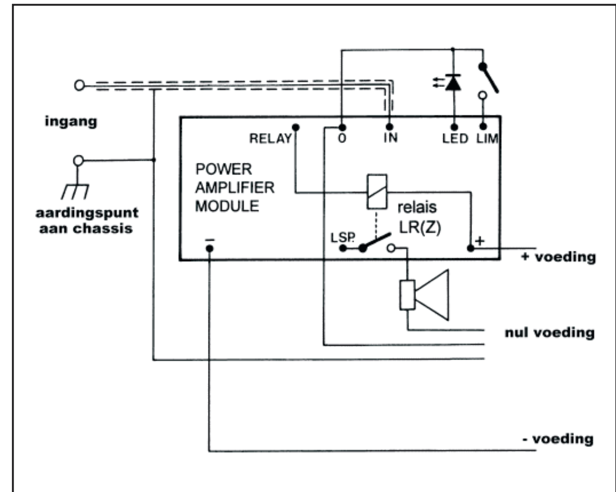
De specificaties van de A180
Deze module heeft de onderstaande specificaties:

- Effectief sinus vermogen in 4 Ω:
  180 W
- Effectief sinus vermogen in 8 Ω:
  120 W
- -3 dB frequentiebereik:
  5 Hz - 40 kHz
- Totale harmonische vervorming bij 2 W in 4 Ω:
  0,09 %
- Totale harmonische vervorming bij 162 W:
  0,07 %

- Intermodulatie vervorming bij 162 W: 0,09 %
- Signaal/ruis verhouding: 110 dBA
- Dempingsfactor, inclusief relais: 130
- Slew rate: 5 V/µs
- Stijgtijd: 8 µs
- Ingangsspanning voor maximale uitsturing: 1 V_{eff}.
- Ingangsimpedantie: 22 kΩ
- Voedingsspanningen: +/-50 V
- Afmetingen: 119 x 75 x 100 mm
- Gewicht: 860 g

Bedradingsschema

Het bedradingsschema rond de vier eindversterker modules is voorgesteld in figuur 8/10.1-20. Alle verbindingen, behalve naar de ingang, maakt u met 0,7 mm^2 soepel snoer, bijvoorbeeld één ader van tweeling netsnoer. De afgeschermde ingangsleiding twist u met de nuldraad aan de ingangsplug. Deze leiding volgt de nuldraad via het nulpunt tot bij de nulpen van de module. Hierdoor wordt het bromniveau zeer laag. Deze draden legt u niet parallel aan andere draden. Om aardlussen te voorkomen sluit u maximaal één apparaat van een complete installatie aan op de randaarde van een wandcontactdoos.
Als u geen voorversterker in dezelfde kast bouwt kunt u vóór de ingang van de eindversterkers een volumepotentiometer opnemen van 10 kΩ of 20 kΩ logaritmisch.



Figuur 8/10.1-20: Het bedradingsschema van de eindversterker modules.

Door het sluiten van schakelaar LIM wordt de automatische volumeregeling uitgeschakeld en zal de versterker clippen bij oversturing. Bij het openen of weglaten van deze schakelaar wordt het clippen (afkappen van het signaal bij oversturing) voorkomen door de automatische volumeregeling, zolang deze werkt brandt de LED. De modules werken ook zonder de LED en de schakelaar LIM, zelfs zonder het relais, maar dan wordt de luidspreker niet uitgeschakeld bij een storing en is de module niet beveiligd.
Elke afwijking van bovenstaande adviezen kan de betrouwbaarheid schaden, speciaal de drie nuldraden moet u volgens het schema op het nulpunt tussen de twee elco's van de voeding solderen. Nuldraden van voorversterkers mogen onderling doorverbonden worden, echter ook hier mag geen aardlus ontstaan.

Het relais LRZ

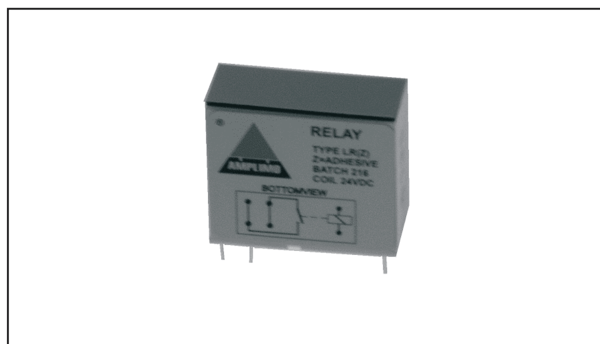
Inleiding

Normale relais zonder voorloopcontact krijgen na verloop van tijd oxydes op de contacten door het schakelen van stro-

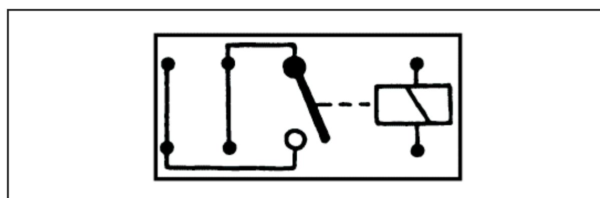
men van meerdere ampères en vooral bij het onderbreken van een gelijkstroom. Deze oxydes vormen een variabele overgangsweerstand die onder andere de dempingsfactor van uw eindversterker verslechtert. Bovendien geleiden oxydes niet beneden enkele volts en ze gedragen zich niet lineair. Daardoor ontstaan aanzienlijke vervormingen, vooral bij een kleine geluidssterkte.
Dit unieke Amplimo relais is speciaal ontwikkeld voor het schakelen van luidsprekers. Het heeft een wolfram voorloopcontact dat maar liefst 100 A bij 50 V luidsprekerstroom kan schakelen. Na het sluiten wordt dit contact overbrugd door een verguld zilveren contact, zodat ook bij kleine stromen (mA) de overgangsweerstand minimaal is.
Bij het uitschakelen van het relais opent eerst het zilveren contact en daarna het wolfram contact. Het zilveren contact is dus beschermd door het wolfram contact, schakelt nooit grote stromen en zal daarom niet inbranden.
Een dunne laag goud voorkomt oxydatie van het zilver, zodat ook na jarenlang gebruik van uw versterkers de overgangsweerstand laag blijft.

Praktische uitvoering
Het relais LRZ bezit een standaard formaat (zie figuur 8/10.1-21) en een standaard pennenpatroon en past daardoor op de plaats van veel bestaande relais. Het relais wordt op het chassis geplakt (dus zonder gat te boren) op een plaats die schoon en vetvrij is. Alleen stevig aandrukken is voldoende.

Aansluitschema LRZ
Het Amplimo relais heeft zes aansluitpennen, intern geschakeld volgens figuur 8/10.1-22.



Figuur 8/10.1-21: Het relais LRZ.


Figuur 8/10.1-22: De aansluitgegevens van het LRZ relais.

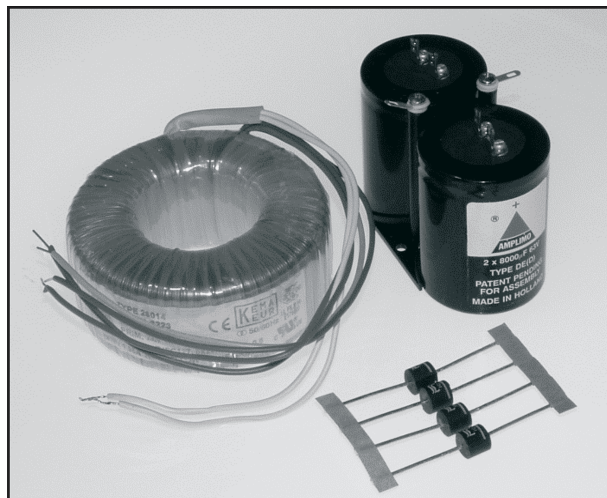
De functie van het relais
Alle Amplimo eindversterker modules hebben een aansluiting (RELAY) voor dit relais. Neemt u zo'n relais in uw schakeling op dan zullen:
- uw luidsprekers één seconde na het verschijnen van de voeding worden ingeschakeld;
- uw luidsprekers uitschakelen als er gelijkspanning op de uitgang verschijnt;
- uw luidsprekers uitschakelen als de eindtransistoren te heet worden;
- uw luidsprekers uitschakelen als er HF-oscillatie ontstaat.

Specificaties LRZ
Het relais LRZ heeft de onderstaande specificaties:
- Spoelspanning:
  24 V_{dc} nominaal
- Spoelweerstand:
  700 Ω typisch
- Maximale schakelstroom:
  100 A typisch
- Maximale schakelspanning:

50 V typisch
- Temperatuurbereik:
  -20 °C tot +70 °C
- Versterkervermogen:
  5 W tot 200 W

De voedingen PSxxxx

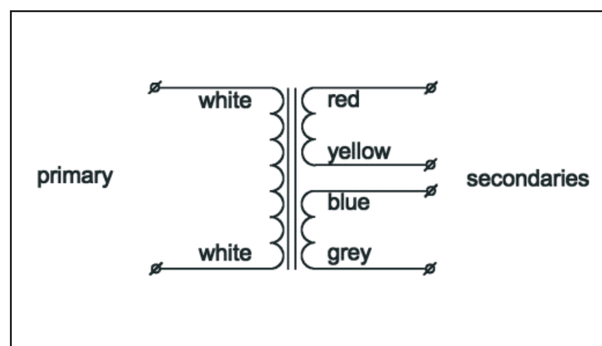
Inleiding
De PSxxxx voedingen voor de Amplimo eindversterker modules bestaan, hoe kan het ook anders, uit een van de beroemde ringkerntrafo's van Amplimo, vier zware silicium gelijkrichtdioden (6 A) en twee grote professionele afvlakcondensatoren van 8.000 µF bij 63 V. De set wordt ongemonteerd geleverd, zie figuur 8/10.1-23.



Figuur 8/10.1-23: De onderdelen van de PSxxxx voedingen.

De ringkerntrafo's
De zware ringkerntrafo's hebben dank zij hun speciale constructie een zeer lage inwendige weerstand, waardoor het secundaire spanningsverschil tussen nulen vollast gemiddeld maar 7 % bedraagt. Uw eindversterkers worden dus gevoed door zeer stabiele spanningen!

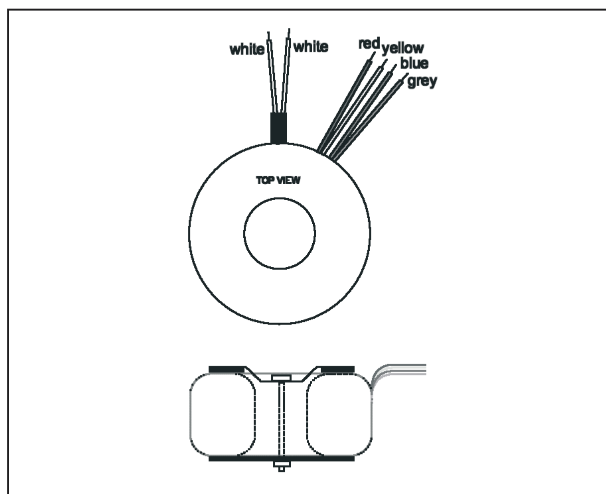
De ringkerntrafo's bevatten, zie figuur 8/10.1-24, twee identieke secundaire wikkelingen. De primaire wikkeling moet u aansluiten op de netspanning van 230 V. Als u de twee secundaire wikkelingen in serie schakelt, zoals bij de PSxxxx voedingen het geval is, dan moet u de gele en blauwe draden met elkaar verbinden. De trafo's zijn niet voorzien van printpennen of soldeerlipjes, maar van zes stevige gekleurde draden, zie figuur 8/10.1-25. De twee witte primaire draden zijn op een andere plaats naar buiten gevoerd dan de vier secundaire aansluitingen. De trafo's worden geleverd met een metalen montageplaat, twee trillingdempers van neopreen en een lange bout met moer. De neopreen schijven zorgen er bovendien voor dat, als de trafo opwarmt, er geen mechanische spanningen ontstaan.



Figuur 8/10.1-24: De aansluitgegevens van de ringkern trafo's.

De elco's
De elco's zijn in een speciaal juk ingebouwd, zie figuur 8/10.1-26, voor het snel bouwen van voedingen met dubbele gelijkspanning. Het juk bevat extra soldeerlippen voor de vier gelijkrichter dioden. U heeft dus geen print en montagesteunen meer nodig voor de montage van twee elco's en vier dioden, dit is minder milieubelastend. Het juk kan staand

gemonteerd worden in een twee eenheden hoge 19 inch kast, montage met slechts twee bouten.



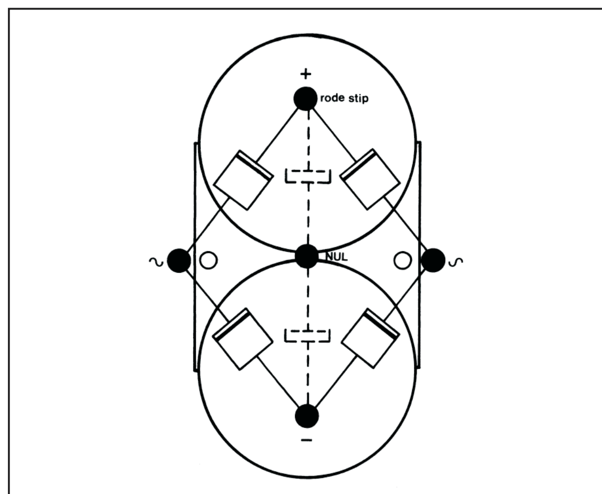
Figuur 8/10.1-25: De praktische uitvoering van de ringkerntrafo's.

De bodem is geheel geïsoleerd. Het geheel vormt een veel steviger constructie dan een print. Bovendien ontstaat een optimale stabiliteit van uw versterkers doordat het nulpunt zeer dicht bij de elco's ligt, waardoor bovendien geen kans op brom aanwezig is door te ver uit elkaar gesoldeerde nuldraden. Alle nuldraden worden immers op dit nulpunt gesoldeerd.

Specificaties PSxxxx voedingen

De Amplimo voedingen hebben de volgende specificaties:

- Maximale stroom dioden: 6 A continu
- Capaciteit condensatoren: 8.000 µF
- Spanning condensatoren: 63 V
- Maximale rimpelstroom bij 100 Hz: 4 $A_{effectief}$
- Temperatuurbereik: -40 °C tot +85°C



Figuur 8/10.1-26: Het speciale juk dat de twee elco's bevat en waarop u de vier dioden en alle voedingsverbindingen soldeert.

De geadviseerde PSxxxx voedingen voor uw modules

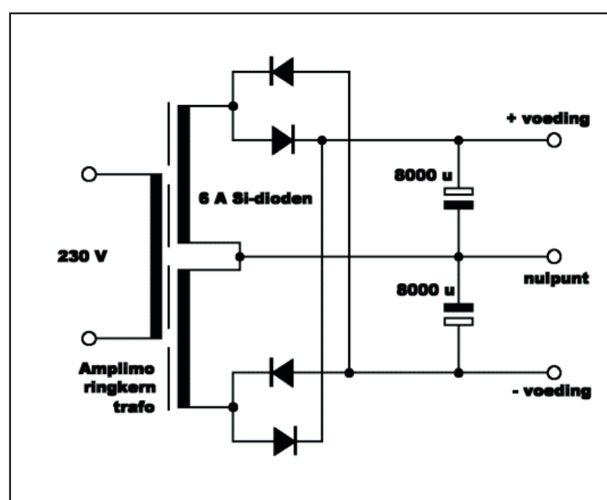
De reeks PSxxxx voedingen bestaat uit zeven modellen. Welk model u nodig heeft hangt af van de eindversterker modules die u toepast:

- 1 x A30 module: Model PS0301 met 28014 trafo.
- 2 x A30 modules: Model PS0302 met 48014 trafo.
- 1 x A60 module: Model PS0601 met 38016 trafo.
- 2 x A60 modules: Model PS0602 met 58016 trafo.
- 1 x A120 module: Model PS1201 met 58019 trafo.
- 2 x A120 modules: Model PS1202 met 78019 trafo.
- 1 x A180 module: Model PS1801 met 68018 trafo.

Het schema van de voedingen

In figuur 8/10.1-27 is het schema van alle Amplimo voedingen voorgesteld. De twee secundaire trafo-wikkelingen worden in serie geschakeld. Het middelpunt

vorm de nul van uw gehele versterkersysteem. De twee vrije aansluitingen van de secundaire wikkelingen worden door middel van vier dioden met de twee elco's verbonden.



Figuur 8/10.1-27: Het schema van de PSxxxx voedingen.

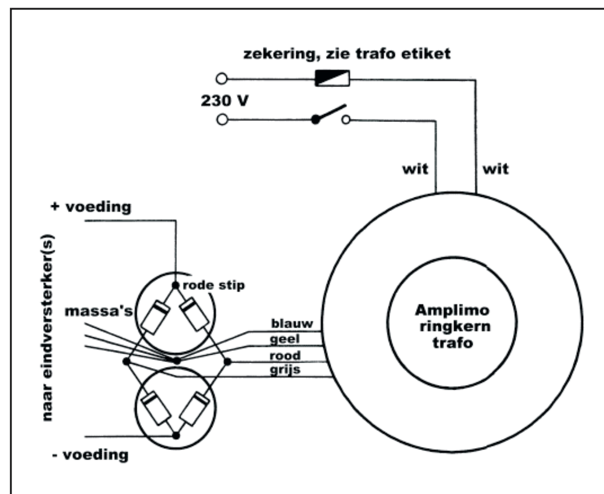
Het bedraden van de voeding

Het bedradingsschema is weergegeven in figuur 8/10.1-28. De drie draden die vanuit het nulpunt van het juk naar de eindversterkers gaan, komen overeen met de drie draden die u ook op figuur 8/10.1-20 ziet. Vervang deze draden niet door één draad, maar voer ze afzonderlijk uit!

Montage tip's

Inleiding

Als u een versterker voor huiskamergebruik ontwerpt, zullen alle componenten van het Amplimo systeem in één behuizing worden ondergebracht.
Een doordachte positie van alle componenten kan u een heleboel ellende besparen en bovendien het bromniveau en de signaal/ruis-verhouding optimaliseren.



Figuur 8/10.1-28: Het bedradingsschema van de voedingen.

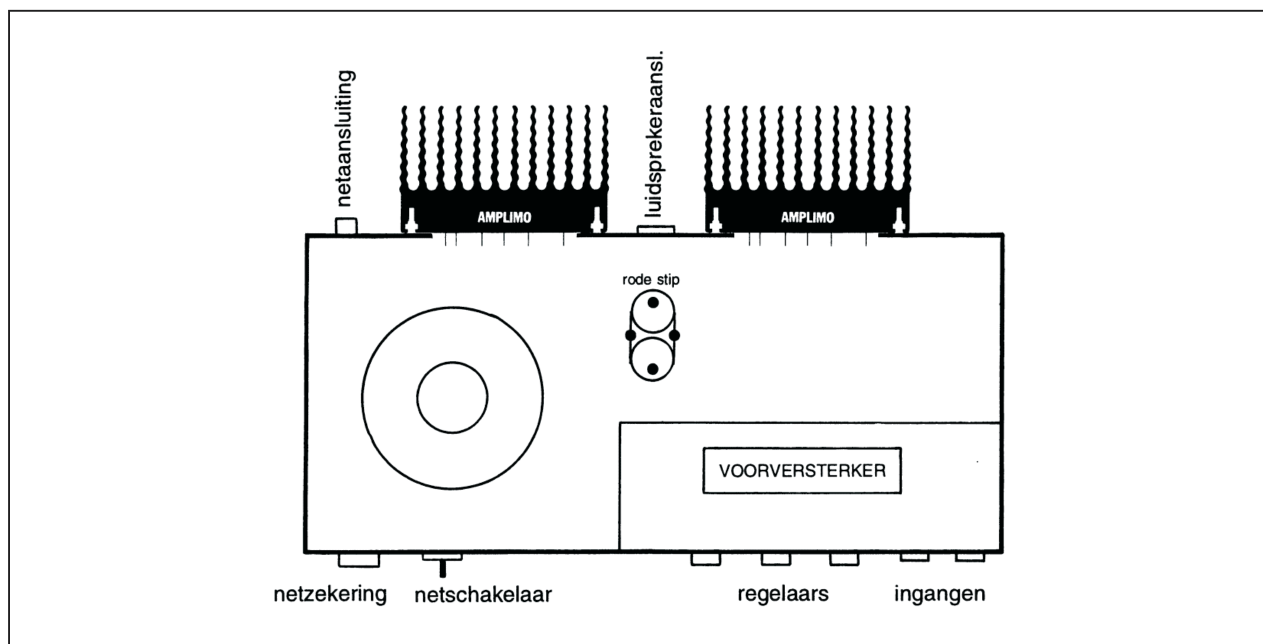
De behuizing

In figuur 8/10.1-29 is de positie van alle onderdelen van uw versterker voorgesteld. De voorversterkers kunt u het best nog eens afschermen van de rest van de schakeling door een aluminium schot rond de A5 modules aan te brengen.

Omgaan met de nuldraden

Aardlussen moet u beslist voorkomen! De enige plaats waar de elektrische "nul" met het chassis van de behuizing mag worden verbonden is het chassisdeel (de connector) van de gevoeligste ingang, bijvoorbeeld de microfoon aansluiting. Als u per ongeluk ook de nul van de voeding met het chassis verbindt, dan heeft u een pracht van een aardlus geïntroduceerd. Door deze aardlus gaan allerlei oncontroleerbare nulpunt stromen rondvloeien die tot gevolg kunnen hebben dat uw versterker gaat oscilleren of "motorboaten". Niet doen, dus!
Om dezelfde reden mag u de afscherming van afgeschermde kabels maar aan één kabeleinde aansluiten, de afscherming aan het tweede kabeleinde moet "in de lucht" blijven hangen.

10.1 De audio modules van Amplimo



Figuur 8/10.1-29: Een schets van de montage van alle onderdelen van uw versterker in de behuizing.

De +, 0 en - draden van de voorversterkers mag u nooit combineren met de identieke eindversterkerdraden, maar gaan rechtstreeks naar de voeding.

De montage van de eindversterker modules

Door verticale luchtstroming tussen de koelribben geeft het koellichaam zijn warmte af. Daarom moeten de koelribben verticaal naar achteren of naar boven gericht staan, terwijl rondom de koelribben minimaal 2 cm ruimte vrij moet blijven. Het koellichaam monteert u direct tegen het chassis of kast met de zelftappende bouten. De meegeleverde boormal is even groot als de module en deze plakt u tegen de achterzijde van de kast, nadat de hoeken van de schutlaag zijn geknipt. De aangegeven gaten worden voorgeboord met een boor van ca. 2 mm. Het binnenetiket van de boormal plakt u aan de binnenzijde van het chassis tussen de aansluitpennen. De eindversterker modules zijn ook binnenin de behuizing te monteren door M6 draadstangen of bouten in de lengte in de sleuven in het koelblok te steken.

Als u de eindversterker modules niet op een metalen maar op een isolerende ondergrond monteert, moet u het koellichaam met het nulpunt verbinden via een soldeerlip onder één van de zelftappers. Het koellichaam en alle metalen platen van de behuizing moeten immers een goed elektrisch contact met elkaar maken.

De aansluitconnectoren

De pluggen (connectoren) voor microfoon, grammofoon en de eerste trap van de A5 verwerken zeer kleine spanningen en zijn dus zeer gevoelig voor brom en oscillaties. Daarom moet u alle draden zo kort mogelijk maken en de A5, de ingangspluggen en de potentiometers zo dicht mogelijk bij elkaar plaatsen.

De totale voorversterkerschakeling moet u volledig van de rest afschermen door er een plaat blik omheen te zetten die

niet te klein is en met de kast verbonden wordt. De kast moet vooral niet te klein zijn.

De montage van de A5 modules
Met de zelfklevende laag lijmt u de modules snel op de bodemplaat. Vóór het vastdrukken moet u de juiste plaats bepalen, want daarna is de module niet meer te verplaatsen. De bodem moet u schoon en vetvrij maken en u moet de module stevig vastdrukken. Desgewenst kunt u de connector K5 toepassen om de module snel te kunnen verwisselen.
A5 draden mogen niet langs andere draden en trafo's lopen. Aansluitpen 20 blijft in de meeste gevallen vrij, deze is voor de middentoon regeling.
Pen 1 verbindt u rechtstreeks met de nul van de ingangsplug. Het chassis verbindt u alleen bij één van de ingangspluggen met de nul van de voeding. De nulcontacten van alle overige ingangspluggen worden doorverbonden.
Desgewenst kunt u grote volumeverschillen bij het omschakelen van de keuzeschakelaar egaliseren door serieweerstanden op te nemen naar de contacten van de bronomschakelaars.
Als de eerste trap van een A5 module niet gebruikt wordt sluit u de pennen 1 en 2 en 3 aan op de nul van de voeding en het chassis.

Omgaan met afgeschermde kabels
De afschermingen van afgeschermde kabels mag u slechts aan één kant aansluiten. De draden naar de volumeregelaar worden getwist en behoeven dan niet afgeschermd te zijn.

Gelijkspanning op de ingangen?
Als het ingangssignaal gelijkspanning bevat en ook als u daaraan twijfelt, moet u in serie met de ingang(en) een elco van 47 µF opnemen.

Een opname uitgang
Een uitgangsspanning voor recorder opname is beschikbaar op pen 7 (vóór de volume- en toonregelingen) via een in serie op te nemen weerstand van 10 kΩ.
De asymmetrische voorversterker is bruikbaar als bufferversterker (uitgang pen 6) voor een recorder, pen 2 kan daarbij verbonden worden met pen 7.

Controle
Alvorens de netspanning aan te sluiten controleert u of alle aansluitingen goed zijn aangebracht en alle aanwijzingen volledig zijn opgevolgd. Door afwijkingen van bovenstaande aanwijzingen kunnen gevaarlijke oscillaties ontstaan.

Laatste tip's
Om de reeds genoemde beruchte aardlussen te voorkomen moet u alle contacten van de luidsprekerpluggen (chassisdeel) geïsoleerd uitvoeren van het chassis.
Het toepassen van een goed geïsoleerde doorvoer voor het netsnoer met trekontlasting en aanraakveilige netzekeringhouders is vereist. Alle aansluitingen van de netspanning moet u goed isoleren om aanraking te voorkomen.
Bij de montage van de ringkerntrafo legt u boven en onder een neopreen schijf. De metalen schijf komt bovenop en de bout steekt u door deze gehele constructie, zie ook figuur 8/10.1-25. Als u de trafo-draden verkort moet u de draadeinden goed blank krabben. Voordat de dubbele elco wordt gemonteerd naast de trafo, soldeert u er de vier dioden op, de soldeerlippen moet u goed doorsolderen.

10.1 De audio modules van Amplimo

Meer informatie

De Amplimo modules zijn uit voorraad
leverbaar door:
Vego VOF
Postbus 32014
6370 JA Landgraaf
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.vego.nl/amplimo